
ЮМК
ЮНЫЕ ТЕХНИКИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА!
Дальнейшее развитие электронной техники — важнейшее условие научно-технического прогресса нашей Родины.
Главная ваша задача при работе в технических кружках сегодня — это овладение электроникой, моделирование и конструирование электронных приборов и устройств из области автоматики, телемеханики, кибернетики.
МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ • 1963
Юный
моделист —
конструктор

МОДЕЛИ-ПОМОЩНИКИ КОНСТРУКТОРА





1 Художники предложили различные варианты оформления кузова.



[illegible]
Так его из[illegible]



На [illegible]
[illegible]
телей [illegible]



Макет формы кузова трудно отличить от настоящего автомобиля.



Опытные образцы автомобиля «Спутник».

Юный моделист-конструктор



РЕБЯТА!

Ноябрьский Пленум ЦК КПСС указал, что важнейшим условием научно-технического прогресса в нашей стране является дальнейшее развитие электронной техники.

Учитывая исключительное значение массовой подготовки специалистов по электронике и пропаганды научно-технических знаний по этой отрасли техники, ЦК ВЛКСМ призвал наших молодых инженеров и техников, прежде всего инженеров и техников, работающих в электронной промышленности и научно-исследовательских учреждениях, взять шефство над домами пионеров, станциями юных техников, организовать кружки, помочь пионерам и школьникам овладеть основами электроники. ЦК ВЛКСМ рекомендует вам в школах и домах пионеров оборудовать уголки и комнаты электроники, проводить школьные технические олимпиады и конкурсы, посвященные вопросам электроники.

По просьбе редакции группа молодых инженеров подготовила для вас, ребята, интересные материалы, где рассказывается о некоторых основных приборах электроники — электронных лампах, фотоэлементах, фотореле и о том, как их можно использовать в ваших технических самоделках.

Что такое ЭЛЕКТРОНИКА?

Пройдет немного лет, и вы, наши сегодняшние читатели, окончите школу, станете рабочими, инженерами, учеными. Вам предстоит работать с новыми сложнейшими приборами и машинами, создавать новые вещества, осваивать космос. Это будет время невиданного прогресса в науке и технике. В наш труд и быт войдет изумительная простотой и совершенством автоматика.

А что является самым главным, самым необходимым для развития современной техники, своего рода двигателем технического прогресса?

Название этому — электроника. Вы, конечно, не раз слышали такое слово, но не каждый из вас пытался узнать, что оно означает. Вероятно, кое-кому и сейчас это слово кажется магическим, недоступным. Но наверняка каждому хочется узнать: что же такое электроника?

Ответить на этот вопрос можно одной фразой, записанной в учебнике для института. Но вряд ли это будет понятно и тем более интересно. Поэтому мы начнем не с определения, а с окружающей нас жизни.

Вы сели за стол, чтобы почитать книгу, включили свет. Взгляните на электрическую лампочку, которая освещает вашу комнату.

В лампочке ярко-ярко сияет тоненькая ниточка из тугоплавкого металла вольфрама. К ней по стенам и потолку комнаты идут медные изолированные провода — передатчики энергии. Медь и вольфрам хорошо пропускают электрический ток. Этим свойством обладают и другие металлы. Поэтому в электротехнике все они называются п р о в о д н и к а м и.

А вот оболочка, в которую заключены медные жилы проводов, фарфоровые ролики на стене, стеклянная колба лампочки тока почти совсем не пропускают. Их называют и з о л я т о р а м и.

Когда светит, или, как мы обычно говорим, «горит», электрическая лампочка, по ее спиральке и проводам на стене комнаты протекает электрический ток. Электрический ток в проводниках — это не что иное, как поток очень малых, элементарных, неделимых частичек материи — э л е к т р о н о в. Каждый электрон несет на себе элементарный заряд отрицательного электричества. Все электроны, составляющие электрический ток в проводнике, движутся непременно только в одном направлении.

Спираль лампочки, как и все вещества в природе, состоит из очень малых, невидимых частиц — атомов.

Впрочем, как ни малы атомы, электроны гораздо меньше. Двигаясь по проводнику, одни электроны проскакивают между атомами проводника, другие ударяются о них. За счет таких ударов проводник разогревается и начинает светиться. При этом говорят, что электрическая энергия переходит в тепло и свет, которые, в свою очередь, тоже являются формами проявления энергии.

О ЛАМПАХ, КОТОРЫЕ НЕ СВЕТЯТ

Пример с электролампочкой — наиболее простой. Но ведь вы знаете и другие лампы, те, которые применяете при конструировании радиоприемников, усилителей, выпрямителей и других радиоприборов. Это радиолампы.

Внешне радиолампы несколько похожи на электрические осветительные, но назначение их совершенно иное. Электрическая лампочка нужна нам как источник света и иногда (например, в электроинкубаторе) как источник тепла. А ведь радиолампы мы никогда не применяем для освещения. Для этого они совершенно непригодны.

Вот здесь-то мы с вами и подошли вплотную к вопросу о том, что такое электроника.

Радиолампа — это не что иное, как электронный прибор. Самая простая радиолампа — двухэлектродная, или д и о д. Диод представляет собой небольшой стеклянный или металлический баллончик, из которого тщательно выкачан воздух.

Внутри баллона (рис. 1) помещена металлическая нить, называемая к а т о д о м. Концы этой нити выведены к специальным контактным ножкам, расположенным на цоколе лампы. Над нитью или вокруг нее размещается второй электрод, называемый а н о д о м. Иногда анод делают в виде овального цилиндра, диска или чашечки.



Рис. 1.

Через нить (катод) пропускают электрический ток, и она раскаляется. И вот тут-то мы с вами становимся свидетелями, наблюдателями одного очень интересного явления.

Вы уже знаете, что в любом проводнике всегда имеются свободные электроны, не связанные с атомами. При подключении проводника к источнику тока свободные электроны приходят в движение. Сам проводник при этом разогревается. И оказывается, что с поверхности нагретой нити под действием тепла «испаряются», или, точнее, излучаются. электроны. Происходит так называемая термоэлектронная эмиссия (рис. 2).

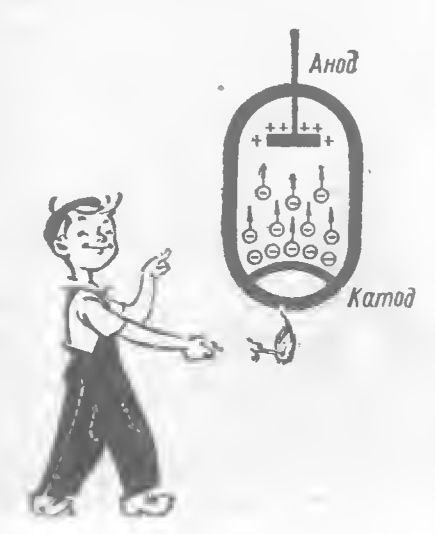


Рис 2.

Электроны вылетают из нити в окружающее ее разреженное пространство — вакуум. Потеряв большое количество таких электронов, атомы вещества нити накала сами становятся заряженными положительно и спустя некоторое время начинают притягивать обратно к себе электроны, многие из которых к тому времени уже потеряли свою скорость и «толпятся» около нити в виде электронного облачка.

Нить накала и источник тока, питающий ее, образуют вместе цепь накала. Ток же, протекающий в этой цепи, называют током накала, а количество электронов, испускаемых катодом в одну секунду, — током эмиссии. Ток эмиссии обычно измеряют в миллиамперах. Недалеко от нити помещен анод (в форме пластинки, цилиндра, чашечки и т. п.). К аноду подведен положительный полюс другой элек-

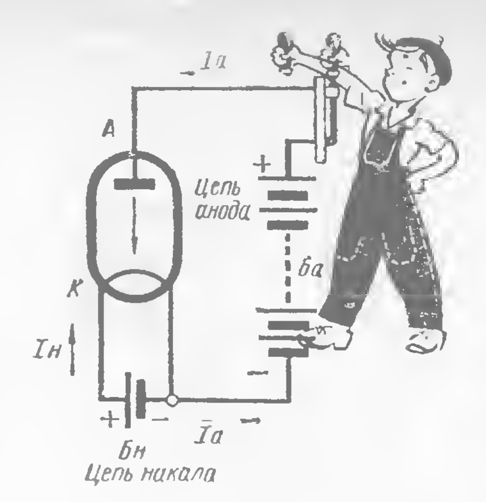


Рис. 3.

трической батареи, более высокого напряжения (рис. 3).

Выброшенные из нити накала электроны, как частицы, заряженные отрицательно, дружно устремятся к аноду. С него электроны по цепи попадают в батарею и через другой ее полюс (отрицательный), подключенный к нити накала, поступают обратно в батарею. Они циркулируют в цепи анода, пока не иссякнет энергия обеих батарей. Таким образом, в цепи анода создается электрический ток.

А как, по-вашему, будет изменяться сила тока в анодной цепи, если мы, сохраняя прежнее напряжение нити накала, изменим напряжение, приложенное к аноду? Допустим, что напряжение постепенно возрастает. Сначала, при малом положительном напряжении на аноде, сила тока его цепи невелика. Это означает, что только часть электронов, излучаемых нитью накала, притягивается к аноду. Остальные, «потолкавшись» в облачке около нити, падают на нее обратно.

По мере повышения положительного напряжения на аноде лампы электроны становятся более «чуткими» и «послушными». и все больше и больше их улетает к аноду. Благодаря этому ток в цепи анода непрерывно растет. Да это и понятно: больше электронов — сильнее ток.

Так продолжается некоторое время, и вдруг закономерность нарушается. Напряжение на аноде увеличивается, а ток в цепи не растет. В чем же дело? Неужели электроны перестали слушаться мощной команды положительно заряженного анода? Ничего подобного! Просто при существующем напряжении в цепи нити накала большее количество электронов с поверхности нити накала вылетать не может. И сколько ни увеличивай теперь напряжение на аноде, все будет бесполезно: поток электронов не изменится. Дополнительные электроны можно получить, только повысив напряжение на нити накала, то есть подняв ее температуру. Но это небезопасно: нить катода может перегореть. О том, какой выход нашли ученые для того, чтобы подгонять электроны, мы расскажем немного позже. А сейчас познакомимся с некоторыми интересными свойствами этой простейшей электронной лампы.

Движение электронов внутри лампы несколько напоминает нам движение электронов в обычном проводнике. Но в любом проводнике ток может проходить в любом направлении, все будет зависеть от того, как подключен к нему источник тока. А вот в электронной лампе ток может проходить только в одну сторону, то есть только тогда, когда к его аноду приложено положительное напряжение, а к катоду — отрицательное.

Если к аноду приложить отрицательное напряжение, а к катоду — положительное, то силы электрического поля внутри лампы будут отталкивать от анода электроны, вылетающие из катода (рис. 4). Пролетев некоторое



Рис. 4.

расстояние, электроны под действием сил этого поля и сил притяжения катода (находящегося под положительным напряжением) падают обратно на катод. А раз электроны не долетят до анода, то и тока в анодной цепи

не будет. В этом случае говорят, что лампа заперта. Таким образом, мы выяснили, что двухэлектродная электронная лампа — диод — пропускает электрический ток только в одном направлении.

Как мы уже отмечали, из баллона диода, так же как и из любой другой электронной лампы, тщательно выкачивают воздух, то есть создают внутри баллона вакуум.

А что произойдет, если воздух выкачан плохо? Оказывается, такая лампа прослужит недолго: раскаленная нить накала вступает в химическое соединение с кислородом (окисляется) и перегорает. Лампы с недостаточной откачкой, или, как говорят, с газом, не могут удовлетворительно работать. Но такие лампы вы обнаружите легко: при работе они светятся голубоватым светом.

Свойство диодов пропускать ток только в одном направлении используется в выпрямителях для преобразования переменного тока в ток одного направления. Диоды могут выпрямлять переменные токи как низкой, так и высокой частоты. Диоды, применяемые в схемах силовых выпрямителей, называют кенотронами.

СЕТКА ПОДГОНЯЕТ ЭЛЕКТРОНЫ

Стремясь добиться усиления электрического тока в лампе, ученые ввели в нее еще один, третий электрод, так называемую сетку. Лампа с электродом-сеткой получила название триода (рис. 5). Сетка размещается между катодом и анодом и обычно делается в виде спирали. Она имеет свой отдельный вывод. Между этим выводом и катодом включается напряжение, называемое сеточным напряжением. Остальные электроды триода включаются в цепь точно так же, как и у знакомого нам диода.

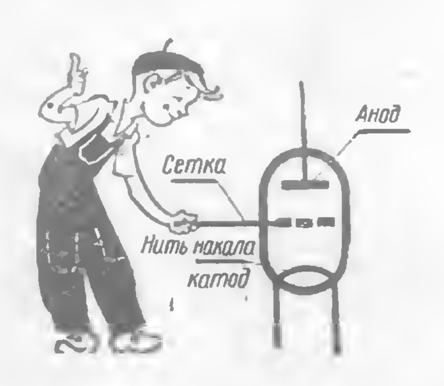


Рис. 5.

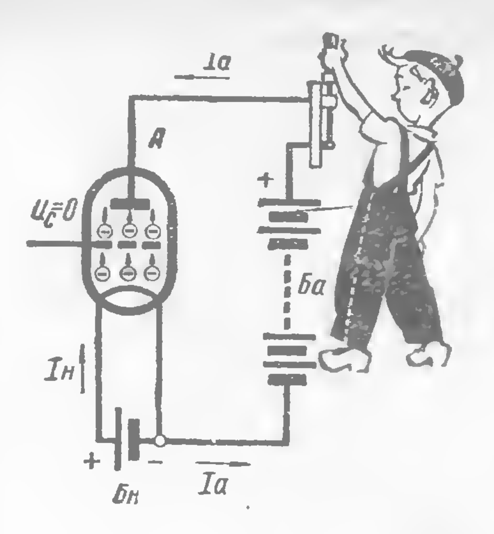


Рис. 6.

Когда напряжение на сетке равно нулю, электроны беспрепятственно пролетают от катода к аноду — так, как если бы сетки внутри лампы не было совсем (рис. 6). Но если на сетку подать положительное напряжение, то можно наблюдать интересное явление.

Расположенная почти рядом с нитью накала, сетка оказывает на облачко электронов действие намного сильнее, чем далекий анод, хотя к нему и подведено довольно высокое положительное напряжение.

Под действием положительного напряжения на сетке электроны мгновенно «бросаются» к ней, приобретая большую скорость. А так как сетка сделана в виде тонкой проволочной спирали, то электроны пролетают сквозь нее дальше и здесь, в поле действия сильного анода, еще больше разгоняются и попадают, наконец, на анод. Короче говоря, сетка является как бы предварительным ускорителем, подгоняет электроны к аноду (рис. 7).

А что будет, если к сетке подвести отрицательное напряжение?

Оказывается, картина резко меняется. Вылетевшие из нити катода электроны приближаются к сетке, но не с возрастающей, а, наоборот, с убывающей скоростью. Движение электронов вблизи сетки резко затормаживается, а затем они останавливаются и возвращаются обратно к нити (рис. 8).

Впрочем, здесь мы должны оговориться.

Когда к сетке приложено отрицательное напряжение, вылетевшие из катода электроны оказываются под действием сразу двух сил: притягивающей силы положительно заряженного анода и отталкивающей силы отрицательно заряженной сетки. И вот здесь-то получается «кто—кого»!

Если отрицательное напряжение на сетке невелико, то ее отталкивающая сила, действующая на электроны, тоже невелика, и некоторым электронам все же удается пролететь сквозь сетку к аноду.

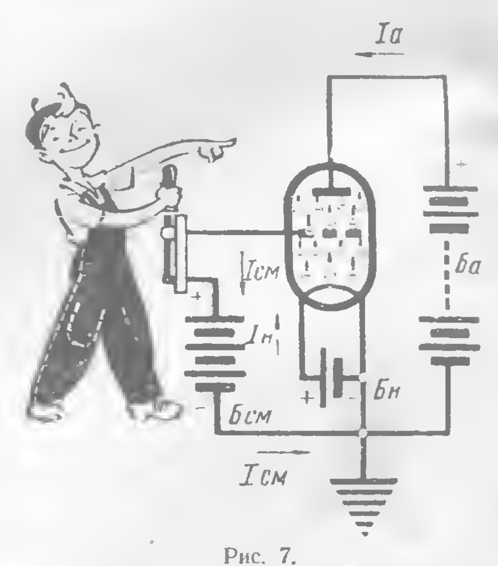


Рис. 7.

С увеличением на сетке отрицательного напряжения отталкивающая сила сетки, действующая на электроны, тоже увеличивается. И благодаря этому все меньше и меньше электронов сможет пробиться к аноду сквозь сетку. А отсюда следует, что будет со-

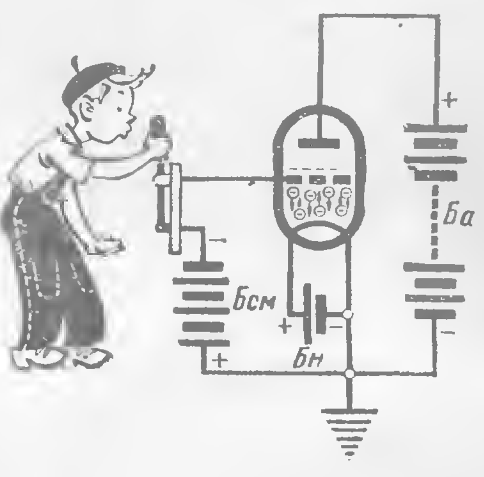


Рис. 8.

ответственно уменьшаться и анодный ток.

Наконец наступает такой момент, когда при некотором значении отрицательного напряжения, приложенного к сетке, величина ее отталкивающей силы становится настолько большой, что ни один электрон уже не в состоянии пролететь сквозь сетку к аноду, и поэтому величина анодного тока становится равной нулю. В этот момент лампа заперта.

Теперь вернемся к случаю, когда к сетке приложено не отрицательное, а положительное напряжение. При этом на испускаемые катодом электроны будут действовать две одинаково направленные силы — притягивающая сила положительно заряженного анода и притягивающая сила положительно заряженной сетки. Благодаря этому большая часть электронов пролетит сквозь сетку и достигнет анода, но часть притянется положительно заряженной сеткой и создаст в ее цепи ток, который называется сеточным.

При достаточно большом значении положительного напряжения на сетке анодный ток увеличивается до максимального (наибольшего) значения. А при этом заметно возрастает и сеточный ток.

Мы уже говорили, что сетка обычно находится ближе к катоду, чем анод, а поэтому всякое изменение напряжения на ней значительно сильнее влияет на величину анодного тока, чем такое же изменение величины напряжения на аноде. Значит, сильное влияние сетки на вылетающие из катода электроны позволяет с помощью небольшого приложенного к ней переменного напряжения получить значительное изменение анодного тока, то есть с помощью сетки управлять величиной тока в анодной цепи лампы. За это свойство сетку лампы обычно называют управляющей.

ЭКРАН В ЛАМПЕ

Вы, конечно, слышали такое название — экранированная лампа?

Но задумывались ли вы, что оно означает? И зачем лампе экран?

Оказывается, экран в электронной лампе — очень важная деталь. Как вы уже знаете, электронная лампа может управлять величиной анодного напряжения, то есть усиливать и ослаблять его. В технике не всегда удается получить достаточное усиление переменного напряжения с помощью одной лампы и приходится применять несколько ламп. Из-за этого сильно усложняется и удорожается аппаратура. К тому же и сам триод может дать нам усиление сравнительно небольшое. Для того чтобы триод обладал большими способностями к усилению, между его управляющей сеткой и анодом помещают четвертый электрод — дополнительную сетку, которую называют экранирующей. Лампу с такой сеткой (рис. 9) называют



Рис. 9.

экранированной лампой, или тетродом (от греческого слова «тетро» — четыре, по числу электродов в лампе).

К экранирующей сетке подводят постоянное положительное напряжение. Благодаря этому влияние анода, отделенного от катода двумя сетками, на электроны, вылетевшие из катода, уменьшается, а коэффициент усиления лампы увеличивается.

Сам анод в этом случае притягивает электроны очень слабо, но зато положительно заряженная экранирующая сетка, ближе расположенная к катоду, сильно притягивает вылетающие из него электроны. Поэтому электроны, набрав большую скорость, по инерции пролетают сквозь сетку к аноду и создают в его цепи анодный ток. При этом небольшое число электронов попадает на экранирующую сетку и создает в ее цепи ток, который называется током экранирующей сетки. Для того чтобы этот ток был небольшим, величина положительного напряжения экранирующей сетки должна быть значительно меньше величины анодного напряжения.

Есть у экранирующей сетки и еще одно полезное свойство. Посмотрите внимательно на цепь управляющая сетка — анод. Что мы получим, если в какой-то момент времени на сетку подано отрицательное напряжение?

В этом случае между двумя электродами — анодом и сеткой — возникает электрическое поле, как между двумя пластинами конденсатора. И если замкнуть эту цепь, такой «конденсатор» начнет разряжаться, то есть энергия электрического поля будет переходить в энергию магнитного поля. Это значит, что мы получили электромагнитные колебания, источником которых стала лампа-триод.

Такие колебания нам, разумеется, не нужны, пользы от них никакой. Даже более того, колебания, которые генерирует сама лампа, вредны, создают лишние помехи. Именно экран и избавляет лампу от таких колебаний.

Лампы, содержащие, кроме катода и анода, еще управляющие электроды, обычно в виде сеток, выпускаются с общим числом электродов от трех до девяти и имеют соответствующие названия: триод, тетрод, пентод, гексод, гентод, октод и эннод. При этом лампы, имеющие два управляющих электрода (две сетки) и более, выделяют в группу многоэлектродных ламп.

Если лампа содержит в себе две (или более) системы электродов с независимыми потоками электронов, то ее называют комбинированной (двойной диод, двойной триод, триод-пентод, двойной диод-пентод и другие).

Радиолампы, простые и сложные, вы применяете у себя в технических кружках при постройке радиоприемников, усилителей, телевизоров, приемо-передающей аппаратуры для моделей, различных автоматических электронных устройств и многого другого. А теперь вы познакомились и с процессами, которые протекают в электронной лампе — этой маленькой, но очень важной частице больших и слож-

ных электронных машин, приборов и ваших пока небольших, но интересных самоделок.

Хоть и много существует видов электронных ламп, ими далеко не исчерпывается все многообразие электронных приборов. В дальнейшем вы познакомитесь и с такими электронными приборами, как фотоэлементы, фотосопротивления, газотроны, тиратроны, электронно-лучевые трубки, и многими другими, а также полупроводниковыми приборами, которые с каждым днем все глубже проникают во все отрасли техники и науки.

В. ГРАНИН



Фотоэлектроника в автоматике

Наше время называют веком автоматики. Применение автоматики в различных отраслях науки, техники и производства поистине безгранично, и рассказать об этом сразу невозможно. Поэтому мы решили начать с одной небольшой и сравнительно простой, но очень важной области автоматики — фотоэлектронной автоматики, основанной на применении «электрического глаза» — фотоэлемента.

Фотоэлемент, подобно глазу человека, воспринимает свет. Впрочем, не только воспринимает, но и превращает его в электрические сигналы, которые можно даже измерить с помощью чувствительного электроизмерительного прибора.

Посмотрите на рисунок 1. Стеклянный баллон *Б* фотоэлемента подобен глазному яблоку, а линза *Л*, стоящая перед баллоном и служащая для фокусировки светового потока на катод, напоминает нам хрусталик глаза. Катод фотоэлемента *К* чувствителен к свету, как и сетчатка глаза, а электрические провода, идущие от катода *К* и анода *А* и передающие сигналы к измерительному прибору, играют в фотоэлементе ту же роль, что и глазной нерв, передающий световое раздражение сетчатки глаза к головному мозгу.

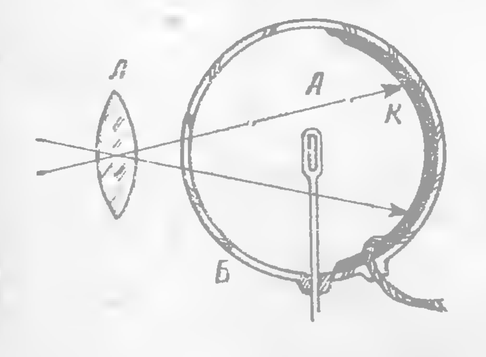


Рис. 1.

Такое упрощенное сравнение фотоэлемента с глазом мы привели лишь для того, чтобы стал понятен принцип действия фотоэлемента. В действительности же фотоэлемент по внешнему виду на глаз совершенно не похож. Как выглядят современные фотоэлементы, показано на рисунке 2.

Из стеклянного баллона фотоэлемента воздух удаляется, и в нем создается сильно пониженное давление. Светочувствительный материал катода нанесен на посеребренную внутреннюю поверхность баллона. Этот слой светочувствительного материала занимает примерно 0,3—0,5 всей поверхности баллона. Анод в виде проволочного кольца или металлического диска располагается в центре баллона.

Если включить фотоэлемент в цепь так, чтобы «плюс» батареи был соединен с анодом фотоэлемента, а «минус» — с катодом, но оставить фотоэлемент в темноте, то никакого тока в цепи наблюдаться не будет. Если же направить на катод пучок света, в цепи появится электрический ток. В чем тут дело?

Оказывается, свет, падающий на поверхность светочувствительного вещества, вырывает из его атомов электроны. О таком материале говорят, что он обладает фотоэлектрическим эффектом, или фотоэффектом.

При освещении катода возле него возникает облачко свободных электронов, которые устремляются к положительно заряженному аноду (рис. 3). Пока катод освещен, этот процесс будет происходить непрерывно, и по цепи потечет электрический ток. Чем сильнее световой поток, тем больше выбивается электронов из катода и, следовательно, тем сильнее будет ток в цепи. Этот ток ничем не отличается от обычного электрического тока, но для того, чтобы подчеркнуть его световое происхождение, его обычно называют фототоком.

С помощью фотоэлемента можно построить много интересных приборов и приспособлений. Но сила фототоков ничтожно мала, в лучшем случае — несколько микроампер. Для практического использования фототоки необходимо усилить. С этой целью и строятся приборы, называемые фотореле. С одними из них вы уже познакомились во втором выпуске нашего сборника, о некоторых других мы расскажем вам здесь. Кроме того, в этом сборнике мы познакомим вас с многими интересными и полезными самоделками с применением фотоэлементов, сравнительно несложными и доступными для из-

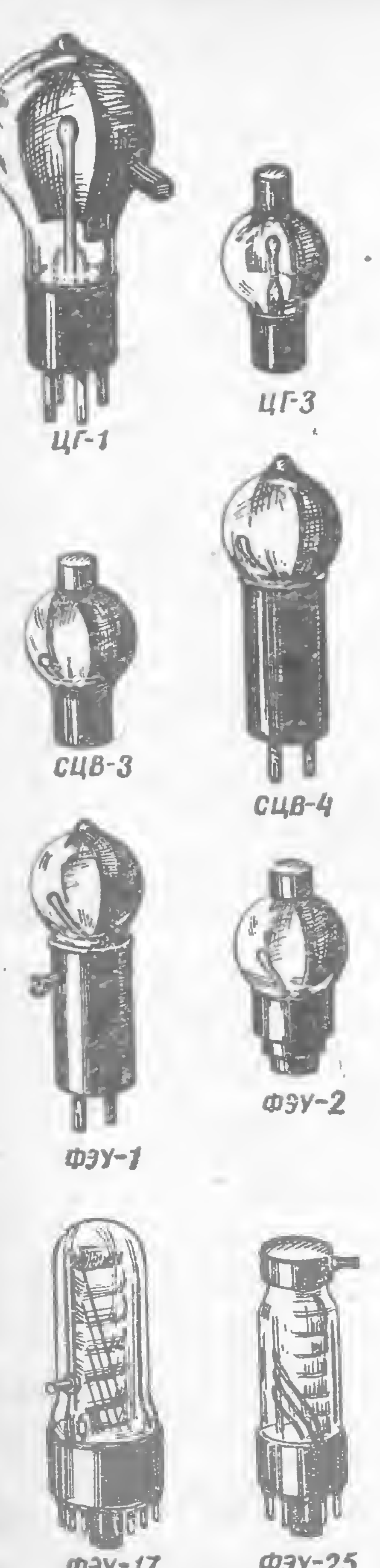


Рис. 2.

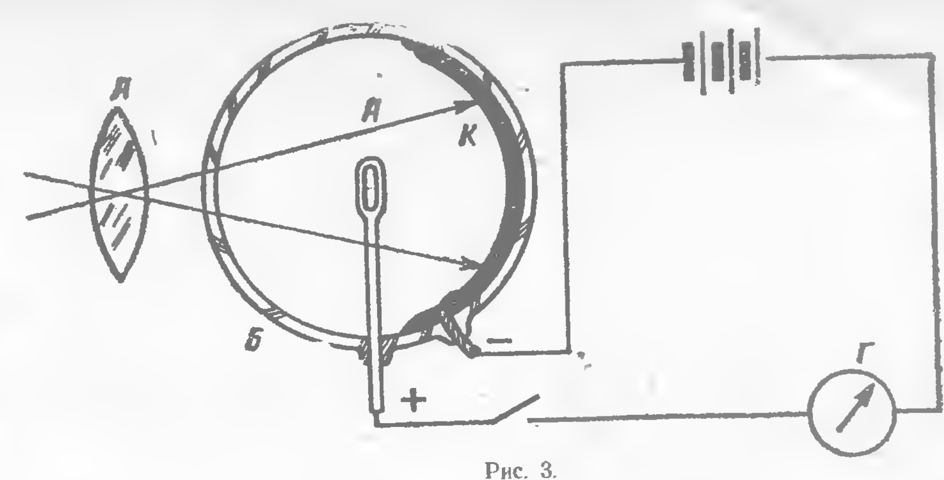


Рис. 3.

готовления в школьном техническом кружке. Для начинающих юных техников здесь даются схемы наиболее простые, а для тех, кто уже имеет некоторый опыт работы с фотоэлектронными приборами, — конструкции посложнее. Выбирайте любую из них!

ФОТОРЕЛЕ УПРАВЛЯЕТ ОСВЕЩЕНИЕМ

Если вам приходилось путешествовать по реке, то вы, конечно, видели бакены с красным и белым светом. Красный свет означает опасность, мель, белый — путь открыт.

Бакены на реке отмечают тот путь, по которому должно следовать судно.

Окрашенные в красный и белый цвета, бакены и днем хорошо видны лоцману, который, маневрируя судном, обходит опасные места. Ночью на бакенах зажигают керосиновые фонари. Каждый вечер лодочник подъезжает к бакенам, доливает в резервуар лампы масло или керосин, поправляет фитили и, протерев стекло, зажигает фонарь. Один за другим на реке вспыхивают огоньки, сигнализирующие об опасных местах. Так было в течение многих лет.

Но теперь вместо керосиновых фонарей часто ставят электрические лампочки, а в поплавках бакенов помещают источники питания — сухие элементы, или аккумуляторы.

Управление бакенами упрощается, но утром и вечером их приходится выключать и включать. Не гасить свет бакенов нельзя: будет слишком велик расход электрической энергии, и часто придется менять батареи.

Сама собой напрашивается мысль, что на бакен нужно поставить автоматическое устройство, которое будет в сумерки включать свет, а на рассвете — гасить. И на помощь человеку здесь опять приходит фотореле.

Автоматический электробакен с применением фотореле был

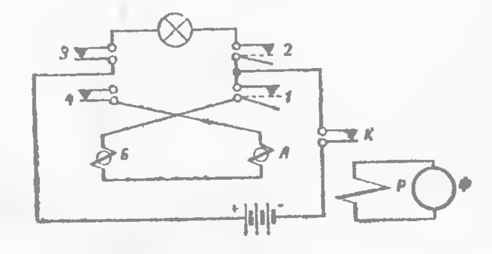


Рис. 4.

впервые разработан инженерами Щекиным и Синицыным для световой сигнализации на канале имени Москвы (рис. 4). Изобретатели применили железоселеновый фотоэлемент вентильного типа. Им пришлось изготовить очень чувствительное электромагнитное реле с пермаллоевым сердечником, потому что обычное железо, используемое в магнитопроводах реле, не годилось.



Обмотка этого реле имела сопротивление 180 *ом*, 4 800 витков. Это очень чувствительное реле хорошо срабатывало от тока в 0,001 *а*.

Керосиновый бакен светит так, что даже от огней на берегу его не сразу отличишь. Каждый знает, что мигающий свет легче заметить издали, а керосиновая лампа мигать не может. С электричеством это сделать проще.

Интересно сделано устройство, заставляющее мигать лампы. Это так называемая пульс-пара, часто применяемая в телемеханических схемах. Она собирается из двух телефонных или кодовых реле замедленного действия. Эти реле включаются в схему так, что обмотка одного реле замыкается контактами другого и разрывается своими собственными.

Когда фотоэлемент достаточно хорошо освещен, контакт чувствительного первичного реле *Р* разомкнут. Как только уменьшится освещенность фотоэлемента, реле отпустит якорь, и контакт его *К* замкнется (рис. 4). При этом, как нетрудно проследить по схеме, через обмотку реле *А* пойдет ток. Реле *А* сработает и замкнет свои контакты *1* и *2*. Контакт *1* включит ток в обмотку реле *Б*, а контакт *2* замкнет цепь питания лампы. Лампа ярко вспыхивает и горит некоторое время, пока срабатывает реле *Б*. Реле *Б* размыкает цепь питания лампы и отключает цепь питания обмотки реле *А*. Лампа гаснет, а реле отпускает свой якорь. При этом оно разоряет цепь питания обмотки реле *Б* контактом. Затем реле *Б* отпускает свой якорь и своим контактом *4* замыкает снова цепь питания реле *А*, а контактом *3* — цепь лампы. Лампа снова вспыхнет, а реле *А* опять включится, и вся схема придет в первоначальное положение.

Так этот процесс и будет повторяться.

Получается, что реле включают и отключают друг друга, и, пока они срабатывают, лампа мигает.

Частота миганий лампы зависит от времени отпускания якорей реле *А* и реле *Б*. В пульс-парах обычно применяются реле замедленного действия на отпускание.

Мигающий свет электробакена виден издалека, и батарея при этом дольше сохраняется, так как она включена не все время, а



Рис. 5.

только тогда, когда одновременно замкнуты контакты *2* и *3*.

Фотоэлемент с обоими реле и лампа установлены сверху поплавка электробакена. Поплавок — это деревянная бочка или железный бак, в которых помещается электрическая батарея емкостью в 400 *а·ч*. Ее хватает на всю навигацию. Лампа мощностью в 3 *вт* со специальной линзой прекрасно светит по ночам, предупреждая проходящие суда об опасности.

Можно сделать интересные модели автоматических электробакенов с мигающими огнями. Нужно только помнить, что нельзя устанавливать такие модели в пионерских лагерях, расположенных у берега судоходных водных путей, чтобы не ввести в заблуждение судоводителей. На



Рис. 6.

пароходе могут принять модель за настоящий обстановочный знак.

На реке с быстрым течением вместо батареи сухих элементов или аккумуляторов можно установить водяную турбинку, вращающую маленький генератор.

Фотореле может также включать свет не только бакенов, но и маяков с наступлением темноты и отключать его, когда становится светло (рис. 5).

Автоматические электромаяки часто устанавливаются на воздушных путях сообщения.

Каждый вечер за пятнадцать минут до захода солнца автоматический «сторож» исправно зажигает лампу маяка и гасит ее на рассвете. Для этого очень чуткого механизма, который сам «знает», когда нужно включать или выключать свет, около мачты маяка выстроен специальный домик.

Окон в этом домике нет, двери заперты на замок. Днем за дверью домика глубокая тишина. Слышно лишь только слабое тиканье автоматических часов. Но зато ночью домик оживает. Подойдя к нему, можно услышать мерный рокот мотора и жужжание электрического генератора, питающего электроэнергией мощную прожекторную лампу маяка.

Прожектор вращается, и пучок яркого света описывает по небу широкие круги.

Автоматически работающая электростанция маяка состоит из обычного четырехцилиндрового двигателя от автомашины и небольшого электрогенератора.

Для запуска двигателя установлен стартерный электродвигатель, питаемый током от аккумуляторной батареи.

С наступлением сумерек или при неожиданном потемнении из-за бури, тумана автоматически включается прожекторная установка маяка.

Фотореле включает стартер. Стартер запускает четырехцилиндровый двигатель, который, пока не прогреется, в течение нескольких минут работает вхолостую. Потом специальное приспособление автоматически включает электромагнитную муфту, связывающую вал двигателя с осью генератора. Генератор начинает вращаться и питать электрической энергией лампу прожектора. Кроме того, генератор дает ток

еще небольшому электродвигателю, который равномерно вращает во все стороны прожектор.

Ну, а если вдруг установка почему-либо испортилась и вышла из строя? Неужели маяк останется без света и яркий луч его прожектора погаснет? Нет, этого не бывает.

В домике установлена другая, запасная моторогенераторная группа, которая автоматически включается, если первый двигатель откажется работать.

Раньше автоматические маяки включались и выключались астрономическими часами. Это были сложные, капризные механизмы. Они не учитывали внезапных потемнений, возможностей появления туманов, которые для летчиков не менее опасны, чем ночная темнота.

Маяки, оборудованные фотореле, приносят большую пользу гражданской авиации. Для них не нужно строить больших помещений, не нужно эти помещения отапливать и освещать. Автоматические маяки освобождают людей от утомительной, однообразной работы.

Люди посещают маяк всего лишь раз в неделю, снабжая его моторную установку бензином и смазочным маслом.

В школе, в мастерских или у себя дома вы можете устроить интересное приспособление, автоматически включающее свет с наступлением темноты и выключающее его, когда становится светло.

Установите фотореле так, чтобы на фотоэлемент попадал дневной свет из окна. Осветитель для этого включать не нужно.

Когда на улице светло, контакты фотореле разомкнуты. При наступлении сумерек, когда уже пора включать свет, фотореле срабатывает и автоматически замыкает цепь питания электрических лампочек (рис. 6).

Экономия электроэнергии на заводах, на фабриках, в школах, при освещении улиц, площадей и других мест имеет большое значение в народном хозяйстве. Поэтому очень важно включать и отключать электрическое освещение своевременно.

Перерасход электроэнергии на одну лампочку, конечно, невелик, но на большом предприятии не одна, а несколько тысяч лампочек, и поэтому экономия энергии при их своевременном отключении получается большая, до 30%.

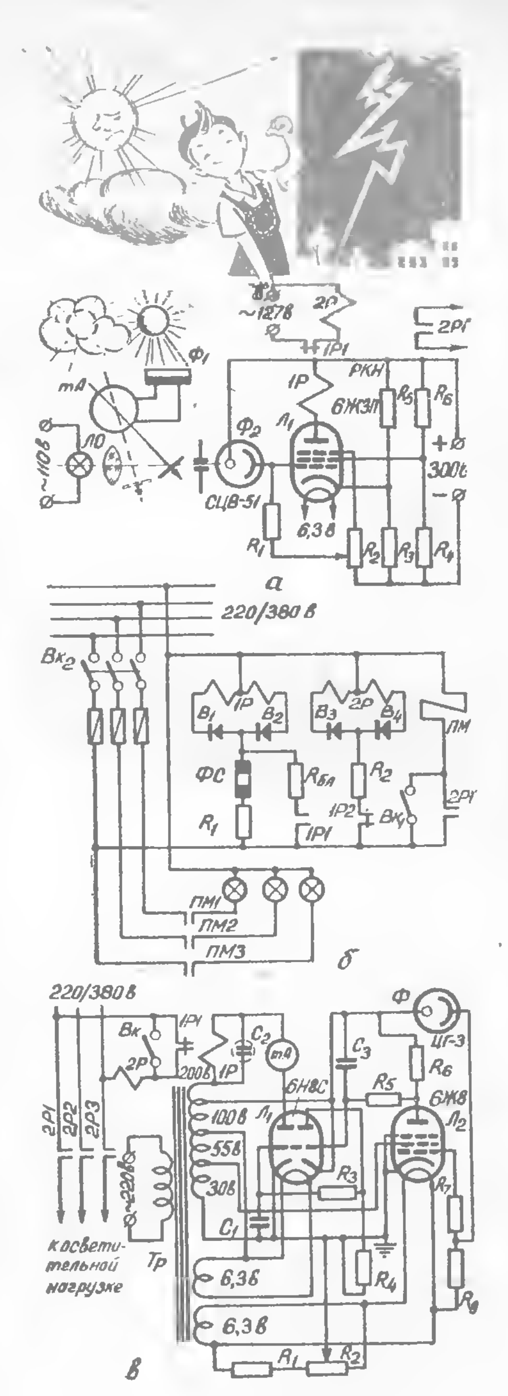


Рис. 7.

Фотореле потребляет ничтожное количество энергии из сети и не требует за собой почти никакого ухода. Один раз установленное и отрегулированное, оно может работать месяцами. Нужно только время от времени удалять мягкой тряпочкой пыль с фотоэлемента.

Фотореле нужно установить так, чтобы в тубус фотоэлемента не попадал свет от тех лампочек, которые оно включает, иначе они будут все время мигать.

Удобнее всего для управления освещением применять реле вентильного типа.

На рисунке 7,*а* показана схема фотоэлектрического автомата, разработанного в МГУ и предназначенного для автоматического управления контакторами фидеров наружного рабочего, дежурного электрического и охранного сигнального освещения.

Датчиком освещенности является вентильный (селеновый) фотоэлемент $Ф_1$ со светочувствительной поверхностью 10 $см^2$ и чувствительностью 550 *мка/лм* (при 100 *лк*). В цепь фотоэлемента включен микроамперметр *МА*, к стрелке которого прикреплен флажок из станиолевой фольги. При достижении определенного уровня освещенности флажок перекрывает световой поток, падающий на вторичный фотоэлемент $Ф_2$ типа «СЦВ-51». Осветитель состоит из лампы накаливания *ЛО* (110 *в*, 5 *вт*) и собирательной линзы диаметром 15 *мм*, заключенных в телескопический футляр.

Усилитель фототоков собран на лампе 6Ж3П ($Л_1$). Фотоэлемент $Ф_2$ включен между управляющей сеткой лампы и плюсом анодного напряжения. При затемненном фотоэлементе $Ф_2$ лампа $Л_1$ заперта, так как потенциал управляющей сетки ниже потенциала катода. При освещении фотоэлемента $Ф_2$ последний проводит ток, который на сопротивлении R_1 создает падение напряжения, и положительный потенциал подается на управляющую сетку лампы $Л_1$. Лампа отпирается, реле *1Р* (типа «РКН») в анодной цепи лампы срабатывает и остается включенным до тех пор, пока фотоэлемент опять не будет затемнен.

Отрицательное смещение на управляющей сетке лампы $Л_1$ регулируется переменным сопротивлением R_2 в катодной цепи.

Исполнительным устройством автомата являются реле *2Р* типа «МКУ-48» и группа контакторов осветительных фидеров.

Более простую электрическую схему имеет разработанный в Алтайском сельскохозяйственном институте автомат управления освещением с фотосопротивлением типа «ФС-К1» в качестве чувствительного элемента (рис. 7,*б*).

При некоторой величине освещенности ток, протекающий через фотосопротивление *ФС*, германиевые диоды B_1, B_2 и обмотки двухобмоточного реле *1Р* (типа «РП-4»), оказывается достаточным для срабатывания реле. При срабатывании нормально закрытые контакты реле *1Р* размыкаются, выключая промежуточное реле *2Р*. При этом контакты магнитного пускателя *ПМ* отключают лампы электрического освещения от сети.

В вечерние часы при уменьшении естественной освещенности сопротивление *ФС* возрастает, реле *1Р* включается, через контакты реле *2Р* подается питание в обмотку магнитного пускателя, и осветительные лампы подключаются к сети.

Для более устойчивой работы реле в вечерние и утренние часы, когда освещенность меняется медленно, в схеме предусмотрена блокировка обмоток реле *1Р* путем подачи на них дополнительного напряжения через сопротивление R_{6a}. Кроме того, в схему введено ограничительное сопротивление R_1 в связи с тем, что допустимая мощность рассеивания фотосопротивления мала и составляет величину порядка 0,1 *вт*. Выключатель $Вк_1$, блокирующий во включенном состоянии нормально открытые контакты *2Р1* промежуточного реле, служит для аварийного включения освещения. Аварийное выключение освещения производится рубильником $Вк_2$.

Недостатком рассмотренных выше автоматов управления освещением является отсутствие цепей задержки срабатывания, поэтому возможны включение и выключение освещения при кратковременных изменениях освещенности, например при проходящих облаках, при вспышке молнии ночью. Этого недостатка лишен автомат, схема которого представлена на рисунке 7,*в*. Схема содержит усилитель фототоков и *RC* — цепи задержки — и служит для управления работой реле *1Р*, которое через промежуточное реле *2Р* включает или выключает освещение. Уровень освещенности, при котором срабатывает автомат, может регулироваться в пределах от 4 до 40 *млм* при помощи потенциометра в цепи сеточного смещения лампы $Л_2$.

Когда освещенность фотоэлемента *Ф* мала, ток, протекающий через фотоэлемент и сопротивление R_8, также мал, и сеточное смещение лампы $Л_2$ определяется только положением движка потенциометра R_2. Сеточное смещение выбирается таким, чтобы лампа $Л_2$ была заперта и ее анодный ток был равен нулю. При этом падение напряжения на сопротивлении R_6, являющееся напряжением смещения для правой половины лампы $Л_1$, тоже равно нулю. Анодный ток этого триода создает падение напряжения на сопротивлении R_4, которое заряжает конденсатор C_1 через сопротивление R_3. Когда напряжение на конденсаторе C_1 достигнет 15 *в*, левая половина лампы $Л_1$ оказывается запертой, ее анодный ток уменьшается до нуля, реле *1Р* выключается, и нормально закрытые контакты *1Р1* этого реле включают исполнительное реле *2Р*.

При освещении фотоэлемента падение напряжения на сопротивлении R_8, обусловленное протеканием фототока, приводит к отпиранию лампы $Л_2$. Конденсатор C_3 начинает заряжаться через сопротивление R_5 напряжением, создаваемым анодным током лампы $Л_2$ на сопротивлении R_6. Полярность напряжения на конденсаторе C_3 такова, что правый триод $Л_1$ оказывается запертым. Конденсатор C_1 разряжается через сопротивление R_3 и R_4, напряжение смещения на сетке левого триода уменьшается, и реле *1Р* выключается, выключая освещение. Благодаря применению задерживающих цепочек R_5C_3 и R_3C_1 автомат не реагирует на кратковременные изменения освещенности. Задержка составляет не менее 30 сек., если уровень дневного света велик по сравнению с установленной чувствительностью автомата. При уменьшении освещенности и приближении ее к уровню чувствительности схемы время задержки уменьшается. Непосредственно вблизи критического уровня освещенности любое мгновенное уменьшение освещенности вызывает срабатывание автомата. Задержка срабатывания автомата может быть осуществлена не только *RC*-цепями, но и другими методами, например при помощи термобиметаллического реле.

Следует отметить, что аналогичные фотоэлектрические устройства могут применяться для переключения режимов работы приборов и регуляторов в зависимости от уровня освещенности.

Так, например, в приборе для автоматического регулирования температуры почвы и воздуха в парниках, созданном в Агрофизическом институте, при помощи фотореле на фотосопротивлении осуществляется автоматическое переключение с дневного режима терморегулирования на ночной и обратно. Электромагнитное реле на выходе фотореле управляет подключением к схеме регулятора потенциометров установки температуры дневного или ночного режима.

С помощью фотореле управляют освещенностью при производстве капрона, где ряд химических реакций протекает под действием света.

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ АВТОМАТ ЗАЩИЩАЕТ

В своей школьной мастерской или в цехе завода, на производственной практике вам часто приходится работать на станках. У станков много движущихся частей, которые иногда, если работающий зазевается, могут нет-нет да и «прихватить» его за рукав или полу халата, а то и за палец. Поэтому, прежде чем приступить к работе, вы обязательно знакомитесь с правилами техники безопасности. Это совершенно необходимо. Однако вы, юные техники, можете построить такие приспособления, которые полностью обезопасят вас и ваших товарищей во время работы на станках.

Обычно для предохранения от несчастных случаев вращающиеся шестерни и другие части станков закрывают, где это возможно, кожухами или ставят предохранительные решетки и сетки. Но эти устройства не всегда помогают. И вот здесь-то на помощь приходит фотореле, которое предостерегает неосторожного рабочего от грозящей ему опасности, привлекая его внимание резкими звонками и световыми вспышками сигнальных лампочек, а то и совсем отключая станок в нужный момент.

Фотореле может защищать рабочих от несчастных случаев не только при работе на станках, но и на других машинах и механиз-

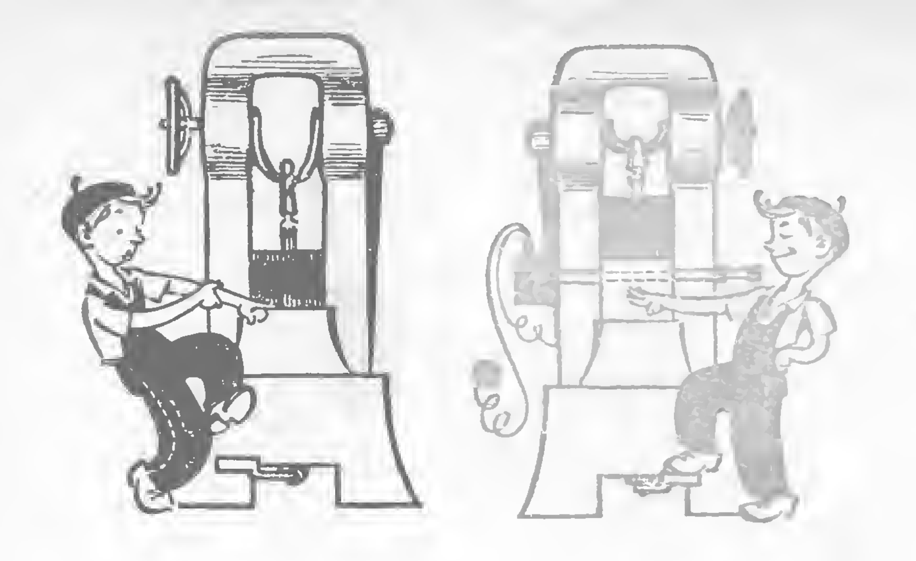


Рис. 8.

мах: штамповочных прессах, ножницах для резки различных материалов, на вальцах, высоковольтных установках и т. д.

На штамповочных прессах еще многие операции, связанные с подачей деталей в штамп, укладкой их на матрице и удалением их из штампа, выполняются рабочими большей частью руками в опасной зоне действия пуансона, пуансонодержателя и верхней плиты штампа.

Многие изобретатели работали над созданием рациональных предохранительных приспособлений, ограждающих рабочих-штамповщиков от травматизма.

Однажды было предложено, например, механическое приспособление, состоящее из специального пружинящего щита, который отбрасывал назад руки рабочего, если он не вовремя (не убрав рук) нажимал ногой на пусковую педаль пресса.

Однако это и другие подобные приспособления по ограждению рабочих-штамповщиков от травматизма, решавшие вопрос защиты механическим путем, были недостаточно эффективны, неудобны и снижали производительность труда. Да и защищали они плохо. На помощь здесь пришла автоматика — фотоэлектронная автоматическая защита.

Если опасную зону пресса (рис. 8) «перегородить» лучом света, то пресс не включится до тех пор, пока вы не уберете руки.

Фотореле или автоматически отключает электродвигатель привода (рис. 9), или действует на отводку пресса, застопоривая электромагнитом пусковую педаль (или рукоятку).

Фотоэлектронная автоматическая защита не занимает рабочей площади и не мешает зрению штамповщика.

В случае выхода из строя фотореле последнее автоматически включает световой или звуковой сигнал, то есть сообщает о своей неисправности. Это дает рабочему полную уверенность в безопасности работы на прессе.

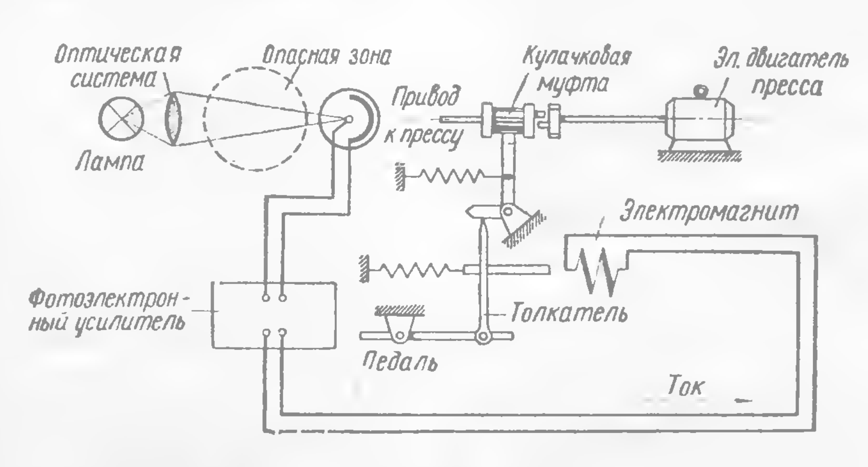


Рис. 9.

На производстве фотореле можно применить также для ограждения опасных зон многих других машин: штампов для вырубания панелей, механических ножниц для резки металла, бумаги в типографии и т. д.

И вы в своих учебных или учебно-производственных мастерских с успехом можете применить фотореле для ограждения опасной зоны какой-либо машины.

Это не потребует больших материальных затрат и вместе с тем увеличит производительность труда, так как не нужно будет опасаться за целость своих рук и поэтому можно работать быстрее.

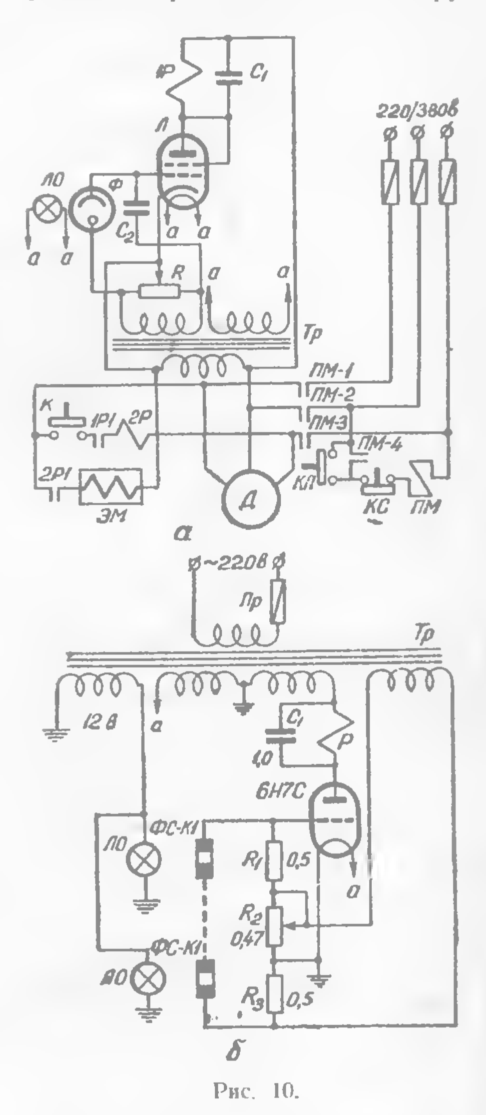


Рис. 10.

Преимуществом фотоэлектрической защиты по сравнению с другими методами, например механическими, является то, что она не занимает рабочей площади и не мешает зрению.

На рисунке 10,*а* представлена электрическая схема защитного устройства для кривошипных

прессов, примененного на Харьковском электромеханическом заводе. В этом устройстве электрическая блокировка состоит в том, что контакты фотореле разрывают пусковую цепь тягового электромагнита, осуществляющего пуск пресса от ножной или ручной кнопки. При нажатии кнопки *КП* включается магнитный пускатель *ПМ*. Через его контакты подается напряжение на электродвигатель *Д* и в цепь защиты, состоящую из трансформатора *Тр*, усилителя на лампе *Л*, реле *1Р* в анодной цепи лампы *Л*, потенциометра, фотоэлемента *Ф* и осветителя *ЛО*. Одновременно подается напряжение в пусковую цепь пресса. Пуск пресса осуществляется с помощью тягового электромагнита *ЭМ*, включаемого кнопкой *К* через промежуточное реле *2Р*.

Нормально открытые контакты *1Р1* реле *1Р* включены последовательно с кнопкой *К* и обмоткой реле *2Р*. Поэтому пуск пресса возможен только при замыкании обоих контактов, а это, в свою очередь, возможно лишь при нажатой пусковой кнопке *КП* и при отсутствии руки штамповщика на пути светового луча. При пуске пресса тяговый электромагнит *ЭМ* толкает пусковой механизм, заклинивающий маховик на кривошипном валу пресса, что вызывает рабочий удар пресса. До тех пор пока кнопка *К* нажата, пресс будет повторять удары. Но как только защитный световой луч будет прерван, контакты фотореле размыкаются, и пресс сразу же останавливается.

На рисунке 10,*б* изображена электрическая схема защитного автомата для прессов холодной штамповки с чувствительным элементом в виде ряда последовательно включенных фотосопротивлений в сеточной цепи усилительной лампы фотореле. При затемнении любого из фотосопротивлений сопротивление сеточной цепи резко возрастает, что приводит к срабатыванию реле *Р*. Реле *Р* через магнитный пускатель отключает привод штампа.

ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ СЧЕТЧИК

Фотореле можно использовать для автоматического подсчета изделий, проходящих по конвейеру.

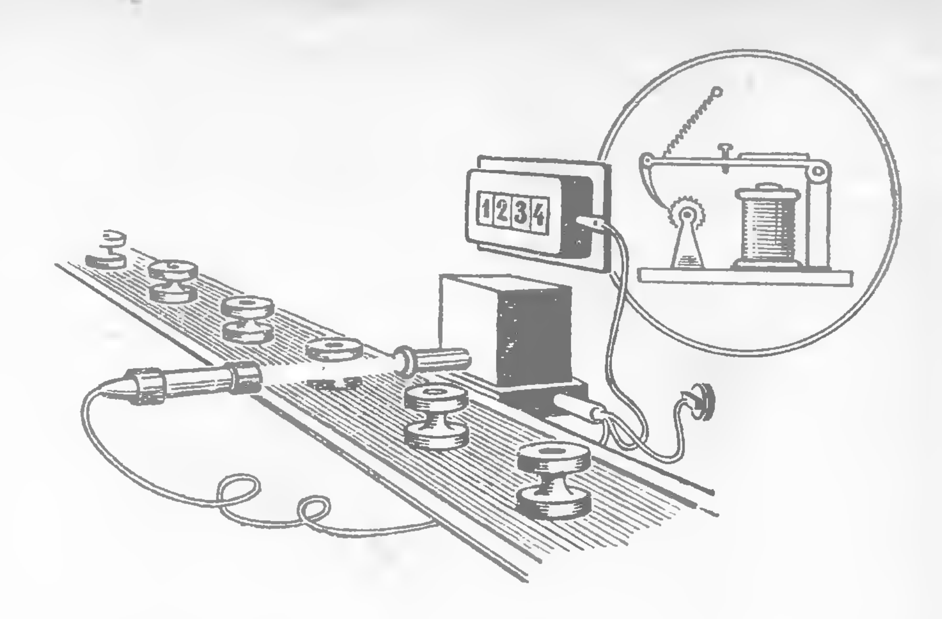


Рис. 11.

На глаз обычно бывает трудно подсчитать количество деталей, особенно если конвейер движется быстро. Фотореле же может безошибочно считать с очень большой скоростью.

Фотоэлектрические счетчики изделий имеют большие преимущества по сравнению с другими видами счетных устройств: позволяют производить учет количества изделий независимо от стадии технологического процесса, агрегатного состояния, формы и веса; не нуждаются в контакте считаемых изделий с деталями счетчика; имеют высокую скорость счета, превышающую в некоторых счетчиках 10 000—12 000 отсчетов в минуту.

Для того чтобы фотореле использовать для подсчета изделий, к его контактам надо подключить обыкновенный электромагнитный счетчик. Осветитель следует установить по одну сторону конвейерной ленты, а фотореле — по другую. Тогда каждая деталь при своем движении будет пересекать луч света от осветителя и вызывать срабатывание фотореле. При каждом срабатывании фотореле электромагнитный счетчик будет получать импульс тока и передвигать считающий барабан на одно деление.

Электромагнитный счетчик устроен очень просто. Катушка электромагнита (рис. 11) насажена на стальной сердечник. Когда предмет пересекает луч света, фотореле включает в катушку ток, сердечник намагничивается и притягивает стальную пластинку — якорь. Правым концом якорь укреплен на верхней части стального угольника, а к его левому концу прикрепляется изогнутая пластинка — собачка, прижимаемая пружинкой к зубцу храпового колеса.

Когда якорь притягивается к сердечнику, собачка надавливает на зубец храпового колеса и поворачивает его. Если, например, храповое колесо имеет 24 зубца, то при каждом притягивании якоря колесо поворачивается на $^1/_{24}$ часть окружности. От 24 импульсов тока храповик сделает полный оборот. Если к оси храповика приделать замедляющую зубчатую передачу или барабан от обычного квартирного электросчетчика, то можно подсчитывать десятки, сотни и тысячи проходящих по конвейеру изделий.

Может возникнуть вопрос: зачем для счета штучных изделий устанавливать фотореле? Не проще ли обойтись каким-нибудь механическим контактом, который изделие замыкает при своем движении по конвейеру?

Для тяжелых изделий это, может быть, и имеет смысл, но для таких легких, как, например, спичечные коробки или пирожные, механический контакт, прямо скажем, неудобен. В этих-то случаях фотореле как раз и незаменимо. Фотоэлектрические счетчики особенно ценны и в тех случаях, когда изделия по конвейеру движутся быстро или когда их нежелательно трогать руками (например, свежеокрашенные изделия, предметы, нагретые до высокой температуры, и т. д.).

Фотоэлектрический счетчик может считать не только изделия на конвейере, но и людей, входящих в какое-нибудь помещение, автомобили, проезжающие по улице. Его можно использовать, например, для подсчета посетителей музеев, выставок, магазинов и других общественных мест. На одном косяке двери можно укрепить осветитель, а на другом — фотореле и электромагнитный счетный механизм. Счетчик автоматически и совершенно точно подсчитает число людей, проходящих через дверь, перегороженную лучом света.

Электромагнитный счетчик нетрудно сделать самому. Надо взять стальной болтик (рис. 12) длиной около 35 *мм*. На длине 30 *мм* от головки болтик обернуть жестью так, чтобы его диаметр получился не менее 8 *мм*. Это будет сердечник электромагнита. На него намотать два-три слоя бумаги, под головку приклеить круглую щеку диаметром в 20 *мм*, а внизу — квадратную щеку со стороной 20 *мм*. На получившийся каркас надо аккуратно намотать около 800 витков изолированного провода диаметром 0,25—0,30 *мм*.

Сердечник вставьте в отверстие ярма *В* электромагнита. Ярмо можно согнуть из десяти сжатых в тисках и пропаянных по ребрам полосок отожженной жести.

Якорь также можно спаять из нескольких слоев жести. С одной стороны припаивают к нему стальную проволочную спираль— подшипник, а с другой — П-образную проволоку — ось собачки. Собачку сгибают из жести. К этому же концу якоря сверху припаивают свернутую из струны пружинку, которая будет прижимать собачку к храповому колесу.

С ярмом якорь соединяется посредством П-образной проволоки, а чтобы он не двигался из стороны в сторону, по обе стороны на него надо надеть несколько проволочных колец.

К ярму и якорю припаивают концы спиральной пружинки. Эта пружинка после выключения тока из обмотки электромагнита возвращает якорь обратно, до упорного регулировочного винта.

Корпус нужно сделать из полоски латуни шириной 30 *мм*. На нижней стенке корпуса просверливают отверстия для крепления электромагнита, а на верхней стенке — для регулировочного винта. Под отверстие для регулировочного винта припаивают гайку. Вторая гайка на регулировочном винте нужна для его закрепления.

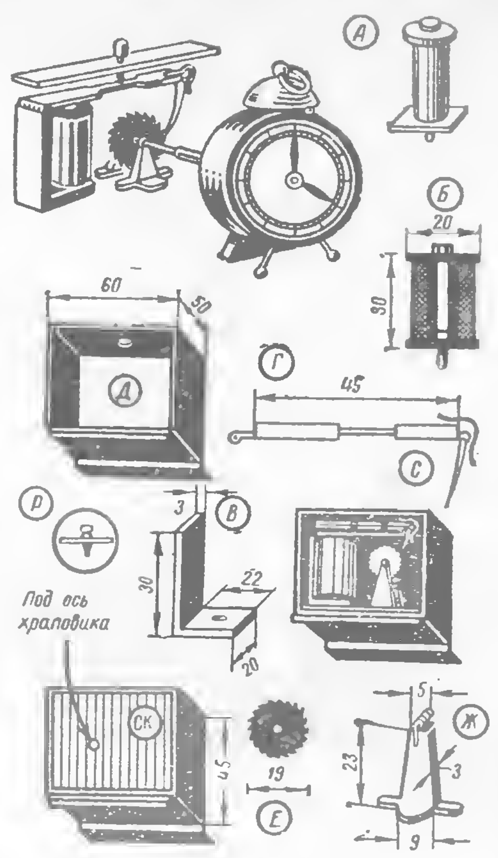


Рис. 12.

Чтобы сделать храповик, надо циркулем на кусочке плотной бумаги провести окружность радиусом около 50 *мм* и разделить ее на 24 части, затем провести радиусы и окружности будущего храповика: наружную — диаметром 19 *мм* и внутреннюю — диаметром 17 *мм* (рис. 12), а потом карандашом прочертить зубцы. Чертеж храповика надо аккуратно обрезать ножницами и наклеить его на ровную пластинку жести. Осторожно пропилите зубья маленьким напильником (надфилем) и в центре храповика просверлите отверстие для оси.

Стойки подшипника оси храповика вырежьте из жести и припаяйте к ним медные проволочные спирали. В них будет вращаться ось храпового колеса.

Нужно следить за тем, чтобы подшипники были точно одинаковые, иначе неизбежен перекос оси и ее будет «заедать».

После этого соберите в корпусе электромагнит с ярмом и якорем, припаяйте одну из стоек с подшипником, наденьте на ось храповое колесо и заметьте его место: храповик должен оказаться как раз под серединой собачки якоря. Когда будет отмечено место храповика, его надо припаять к оси. Если храповик не «бьет», можно припаять стойку со вторым подшипником.

Один из концов оси храповика скрепите с осью замедляющей зубчатой передачи (редуктор).

Редуктор можно собрать из деталей старого будильника или часов-ходиков. Стрелка часов будет показывать на циферблате число изделий.

Однажды в Московском доме пионеров юные техники изготовили подобную демонстрационную модель фотоэлектронного счетчика.

В качестве конвейера ими была применена бесконечная лента с укрепленными на ней деталями — деревянными параллелепипедами.

Лента надевалась на шкивы. Один из шкивов приводился в движение небольшим электродвигателем. Поперек ленты был протянут луч света, направленный в тубус фотореле.

Эта модель исправно работала, отсчитывая количество прошедших деталей.

Большую услугу фотореле может оказать вам на лабораторных занятиях для подсчета, например, числа падающих капель жидкости. Никаким механическим контактом не удастся осуществить замыкание цепи электромагнитного счетчика, используя давление, оказываемое падающими каплями на металлическую контактную пластинку. Фотоэлектронный счетчик для подсчета капель отличается особым устройством оптической системы, в которой световой луч, направляемый двумя двояковыпуклыми линзами, собирается в фокус и затем через линзу поступает на катод фотоэлемента (рис. 13).

При соответствующей регулировке фотореле будет срабатывать от каждого пересечения фокуса световых лучей падающими каплями жидкости и включать электромагнитный счетчик.

При помощи фотореле с успехом решается также задача автоматического раздельного подсчета предметов различной высоты, длины, ширины.

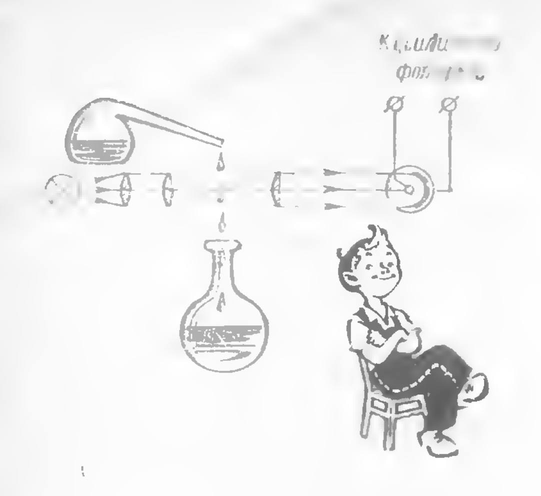


Рис. 13.

Для подсчета изделий определенной высоты, проходящих, например, по конвейеру, необходимо установить несколько осветителей и фотоэлементов на различной высоте так, чтобы при прерывании каждого из пучков лучей света срабатывал свой электромагнитный счетчик.

Если необходимо произвести раздельный подсчет числа изделий различной длины или ширины, осветители необходимо установить на соответствующем расстоянии друг от друга так, чтобы электромагнитный счетчик срабатывал лишь при одновременном затемнении нескольких фотоэлементов.

Установив третий световой «барьер», можно производить подсчет общего количества прошедших через него предметов и по разности показаний обоих счетчиков определять число изделий другого размера.

Фотоэлектронные методы контроля числа изделий настолько гибки и универсальны, что позволяют осуществлять самые разнообразные схемы подсчета, которые невозможно выполнить при помощи механических и электромеханических устройств.

Фотоэлектрические счетчики могут быть построены на базе любого фотореле, если к контактам исполнительного реле подключить электромагнитный импульсный счетчик.

Наиболее простыми и надежными в эксплуатации являются фотоэлектрические счетчики на фотосопротивлениях. Принципиальная электрическая схема такого счетчика с фотосопротивлением типа «ФС-К1» в качестве чувствительного элемента показана на рисунке 14,*а*. К счетчику подводится напряжение питания 24 *в* через контакты *Вк*, замыкающиеся при включении конвейера. В качестве контактов *Вк* могут быть использованы контакты магнитного пускателя, с помощью которого осуществляется пуск конвейера, или контакты реле, включенного параллельно пускателю.

К нормально закрытым контактам *1Р1* исполнительного реле типа «РП-7», замыкающимся при каждом затемнении фотосопротивления, подключаются обмотки одного или нескольких параллельно работающих электромагнитных импульсных счетчиков типа «СБ-1М/100». Так как счетчики этого типа имеют высокоомные обмотки (сопротивлением 800 или 1 600 *ом*), то они могут быть вынесены на расстояние нескольких сот метров от конвейера (сопротивление проводящих проводов незначительно по сравнению с сопротивлением обмотки счетчика). Это обстоятельство позволяет установить счетчики-повторители не только у конвейера и в упаковочном цехе, но также и у диспетчера, главного инженера и директора завода.

На рисунке 14,*б* показана электрическая схема малогабаритного фотоэлектрического счетчика, который отличается от рассмотренного выше тем, что в нем электромагнитное реле с ограниченным сроком службы (контакты реле «РП-7» выдерживают до 10 млн. срабатываний) заменено полупроводниковым усилителем, имеющим практически неограниченный срок службы. Чувствительным элементом счетчика является фотосопротивление типа «ФС-К1» или «ФС-К2», включенное в цепь базы полупроводникового триода ПТ-1 трехкаскадного усилителя постоянного тока. На выходе усилителя в цепи коллектора триода ПТ-3 включена обмотка электромагнитного счетчика типа «СБ-1М/100». Усилитель собран на полупроводниковых триодах П1А, П2Б и П3А. Сопротивление P_1, равное 24 *ком*, служит для ограничения тока эмиттера триода П1А во избежание порчи триода при случайном замыкании проводов, идущих к фотосопротивлению, или при выходе из строя фотосопротивления.

Счетчик работает следующим образом. При затемненном или слабо освещенном *ФС* сопротивление его велико, ток эмиттера ПТ-1, а следовательно, и ток в цепи коллектора выходного триода ПТ-3 мал. При освещении фотосопротивления ток эмиттера ПТ-1 возрастает, что приводит к увеличению тока на выходе усилителя до величины, достаточной для срабатывания электромагнитного счетчика *Сч*.

Питается прибор от источника постоянного тока напряжением 24 *в* (от гальванических элементов, аккумулятора или выпрямителя). Потребляемая мощность не превышает 5 *вт* (при использовании в качестве осветителя лампы СМ-30).

При использовании фотосопротивления типа «ФС-К1» освещение его может осуществляться дневным светом, а при использо-

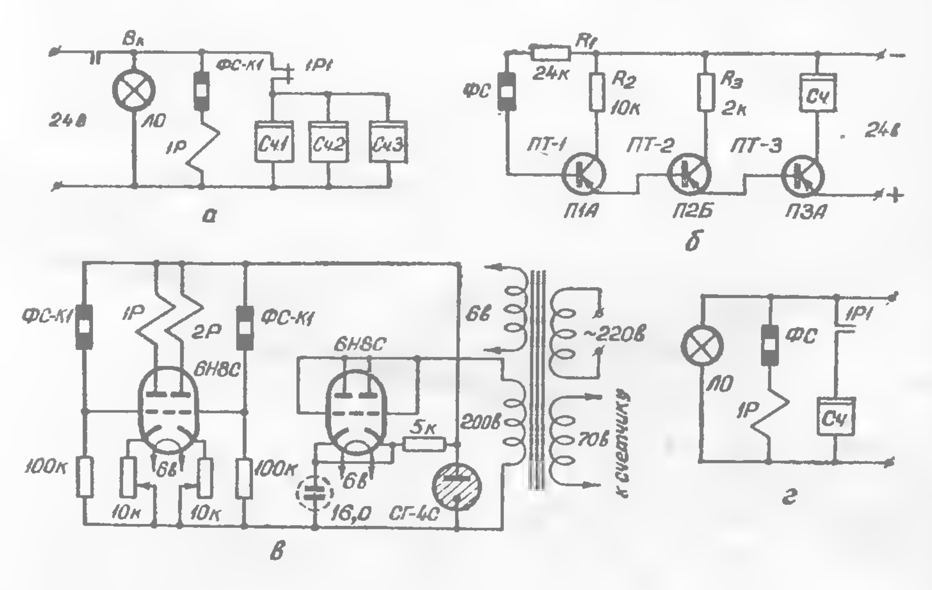


Рис. 14.

вании фотосопротивления типа «ФС-К2» необходим электроламповый осветитель, параметры которого (мощность лампы накаливания, параметры отражателя и конденсорной системы) определяются заданным из условия эксплуатации прибора расстоянием между фотосопротивлением и осветителем.

Принципиальная электрическая схема счетчика показана на рисунке 14,*в*. Счетчик состоит из фотореле на фотосопротивлениях с электронно-ламповыми усилителями и выпрямителями на лампах 6Н8С. Контакты реле *1Р* и *2Р* включают электромагнитные счетчики при затемнении фотосопротивлений.

Удобно применять в счетчиках фотосопротивления типа «ФС-К6», предназначенные для работы в отраженном свете. Особенностью конструкции этого фотосопротивления является наличие в нем центрального отверстия, через которое направляется луч света на изделия, движущиеся по конвейеру. Отраженный от изделия свет попадает на чувствительную поверхность фотосопротивления, выполненную в виде кольца, и вызывает срабатывание реле (рис. 14,*г*), которое включает электромагнитный счетчик *Сч*.

При использовании фотосопротивления типа «ФС-К6» осветитель и все элементы счетчика могут быть размещены в одном блоке, что значительно упрощает конструкцию прибора.

ФОТОРЕЛЕ РЕГУЛИРУЕТ УРОВЕНЬ

Вы, конечно, знаете, что химическая промышленность имеет дело с жидкостями и сыпучими телами, находящимися в чанах, цистернах, баках, бункерах. И одним из видов применения фотоэлектроники в химических производствах является автоматический контроль и регулирование уровня жидкостей. С одной стороны бака с каким-либо раствором устанавливается вделанный в его стенку осветитель, а с другой — фотореле. Когда бак наполнен жидкостью, луч света на фотореле либо не попадает совсем (если жидкость непрозрачна), либо попадает, но сильно ослабленным (если жидкость прозрачна).

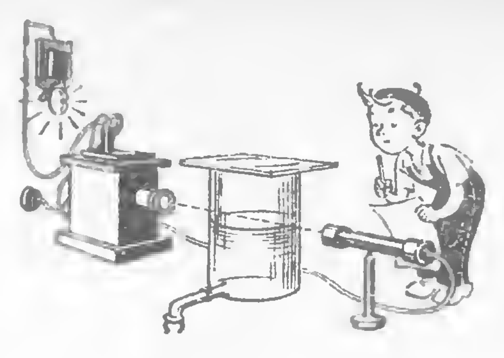


Рис. 15.

Фотореле должно быть отрегулировано так, чтобы оно не действовало, пока уровень жидкости нормальный, то есть не меньше допустимого.

Когда жидкость опустится ниже установленного уровня, яркий луч света попадет на фотоэлемент и фотореле включает сигнализацию.

Попробуйте проделать такой опыт сами.

Возьмите большую стеклянную банку, в дне которой имеется отверстие, закрытое пробкой. С одной стороны банки поместите осветитель, а с другой — фотореле (рис. 15).

Пока ваша банка пуста, луч света проходит через обе ее стенки и через воздух, находящийся внутри банки. Так как стенки и воздух прозрачны, то фотореле держит свои контакты разомкнутыми и сигнальная лампочка не горит.

Теперь налейте в банку подкрашенной (например, чернилами) воды. Если уровень воды поднимется выше луча света и перекроет его, то фотореле сработает и замкнет контакты. При этом загорится сигнальная лампочка.

Затем откройте отверстие в дне банки. Вода будет постепенно вытекать, а ее уровень понижаться.

Когда уровень понизится настолько, что откроет доступ лучу света от осветителя на фотоэлемент, фотореле опять отключит сигнализацию.

Вместо подкрашенной воды можно взять любое другое непрозрачное для света вещество: песок, соль, муку, зерно, уголь и т. д. Каждый раз при понижении уровня до границы прохождения луча света будет включаться сигнализация (лампочка или электрический звонок).

Фотоэлектронный сигнализатор уровня применим на любом производстве: в энергетическом хозяйстве, в химической и горнорудной промышленности.

Кроме звуковой или световой сигнализации, могут автоматически пускаться в ход электродвигатели насосов, подкачивающих жидкость в резервуар, или специальные конвейеры для подачи сыпучих тел (уголь, руда, песок) в ящики или бункера.

На верхней части бака, чана или бункера можно установить еще одно фотореле, которое при наполнении сосуда доверху отключает мотор или конвейер (рис. 16).

Сигнализатор в этом случае превращается в автоматический регулятор уровня. Другие способы регулирования уровня жидкостей, например такие, как поплавки, считаются в наше время уже устаревшими.

Во многих производствах имеет большое значение контроль жидкости в отстойных чанах. Когда жидкость отстаивается, на дно чана выпадает осадок. И чем уровень осадка выше, тем жидкость становится прозрачнее. Фотореле, установленное на нужном уровне, дает сигнал, если жидкость в том месте, где проходит луч света, стала прозрачной. Установки с фотореле для автоматического контроля уровня дают большой эффект на производстве. Посмотрите на этот рисунок.

В закрытой кабине находится машина для смешивания двух сыпучих веществ. Машина эта называется дезинтегратором. Тучи пыли и страшный грохот дезинтегратора при его работе заставляют обслуживающих машину рабочих выходить из кабины и плотно закрывать за собой дверь. После загрузки в бункер дезинтегратора смешиваемых веществ машина работает уже самостоятельно. Хотя в двери кабины прорезано отверстие и в него вставлено стекло, нет никакой возможности разглядеть, что делается в кабине. Смотровое окошко покрывается толстым слоем пыли, и через него ничего не возможно увидеть. Если уровень загруженного вещества в бункере машины упал ниже нормы, ее необходимо остановить, иначе дезинтегратор будет работать вхолостую.

Установленное на дезинтеграторе фотореле включает звуко-



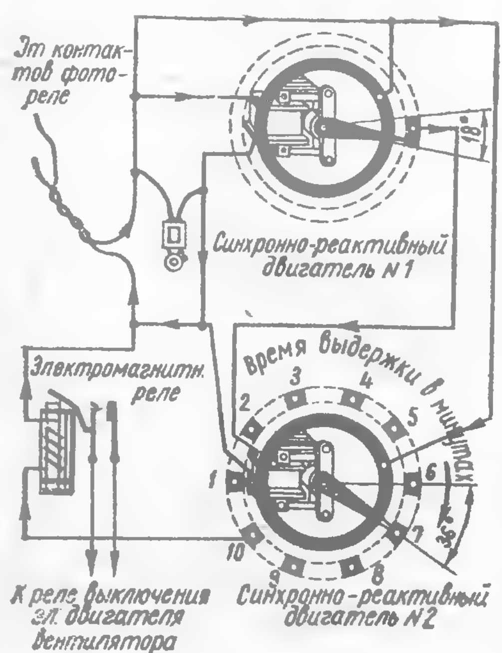


Рис. 16.

вую сигнализацию при падении уровня вещества в машине ниже нормы. Фотореле работает в очень тяжелых условиях (пыль, вибрация, удары), но, несмотря на это, оно может служить многие годы и точно, своевременно подавать людям нужные сигналы.

Такие устройства автоматического контроля уровня сыпучих тел могут дать большой технико-производственный эффект при его применении в зерновых элеваторах.

В шахту зерносушилки непрерывно поступает зерно, продуваемое горячим воздухом от вентилятора. Если механизмы, подающие зерно, неисправны, то при опорожнении шахты ниже определенного уровня луч света осветителя перестает перекрываться зерном, и фотореле срабатывает. При этом звуковая сигнализация привлекает внимание рабочих, обслуживающих шахту. Рабочий должен немедленно отключить вентилятор. Но даже если он это и забудет сделать, то через несколько минут фотореле само, без участия рабочего автоматически отключит вентилятор.

Такое автоматическое отключение возможно потому, что параллельно цепи электрического звонка присоединено особое устройство — реле времени. Оно очень простое. Это маломощный синхронно-реактивный электродвигатель переменного тока с редуктором — понизителем числа оборотов. Понижение числа оборотов очень большое.

Электродвигатель вращается с постоянной скоростью, делая точно 3000 оборотов в минуту, а ось последней зубчатки замедляющей передачи (редуктора) имеет всего два оборота в минуту. На этой оси насажена контактная щетка (рис. 16), которая один раз за один оборот на короткое время включает другой такой же электродвигатель. Ось его редуктора повернется на некоторый угол и включит реле, которое замкнет цепь другого реле, отключающего электродвигатель вентилятора от сети, и последний автоматически остановится.

В ряде случаев фотоэлектрический датчик уровня устанавливается на водомерном стекле (например, при больших размерах рабочего сосуда, при регулировании уровня вещества с большим светопоглощением и др.). При регулировании уровня темноокрашенных или непрозрачных сред управляющий импульс в датчике создается при прерывании или ослаблении средой светового потока, направленного на фотоэлемент.

При регулировании уровня прозрачных жидкостей управляющий импульс создается либо с помощью непрозрачного поплавка, либо с помощью датчиков, в которых используются преломляющие или фокусирующие свойства стеклянной цилиндрической трубки, наполненной жидкостью. Использование преломляющих свойств жидкости в регуляторах уровня вы видите на рисунке 17. На рисунке 17,*а* показан путь светового луча, проходящего через трубку с жидкостью по диаметру ее сечения. В этом случае луч не отклоняется от своего первоначального направления. На рисунке 17,*б* показан путь луча, направленного эксцентрично. Пунктиром обозначен почти прямолинейный путь света при отсутствии жидкости в трубке; сплошной линией показан отклоненный луч, попадающий на фотоэлемент при наличии в трубке жидкости.

В датчиках уровня может быть также использовано явление изменения интенсивности света при переходе из одной среды в другую. Этот принцип используется в устройстве для контроля и регулирования уровня жидкости в паровых котлах и сосудах высокого давления, работающих следующим образом.

Луч света периодически проходит сверху вниз по всей длине водомерного стекла, что достигается колебаниями осветителя или вращением зеркала. Отраженный свет улавливается фотоэлементом. На одном конце водомерного стекла расположено зеркало, позволяющее получить импульс начала отсчета.

Контролируемый уровень измеряется временем между импульсом начала отсчета и импульсом, возникающим при переходе луча через границу между водой и паром. Полученные импульсы могут быть использованы для управления работой регулирующего органа, для передачи данных на расстояние и визуального отсчета при помощи осциллографа. Этот же принцип может быть использован для создания датчика уровня границы раздела двух жидкостей.

На рисунке 18,*а* представлена электрическая схема двухпозиционного регулятора уровня, приме-

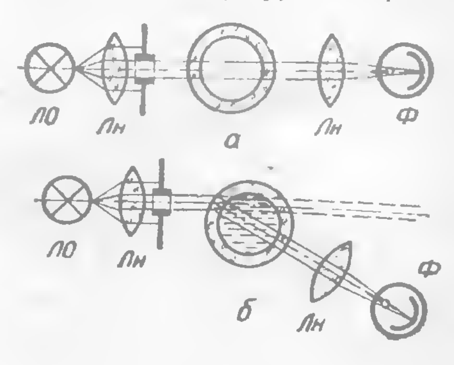


Рис. 17.

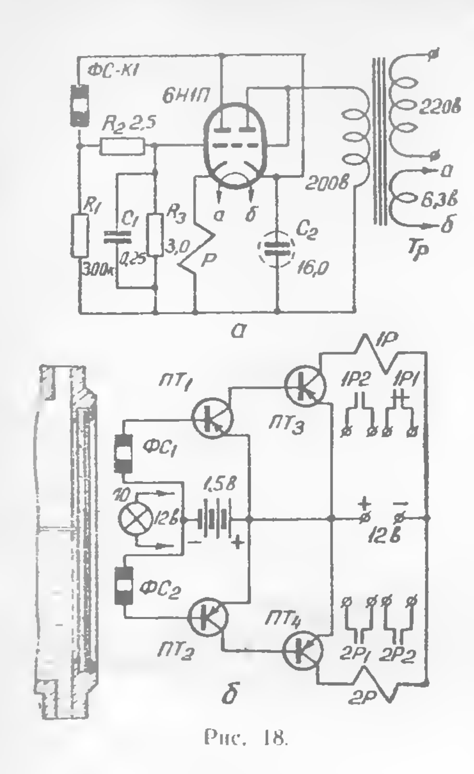


Рис. 18.

няемого на многих фабриках для поддержания постоянства уровня сыпучих веществ в бункерах машин. Фотосопротивление типа «ФС-1» установлено на заданном уровне. При достижении этого уровня фотосопротивление затемняется массой сыпучего вещества, и реле *Р* через магнитный пускатель останавливает подачу этого вещества в бункер.

На рисунке 18,*б* вы видите схему устройства, производящего включение и выключение насосов при достижении предельных значений уровня воды в паровом котле. Фотосопротивления $ФС_1$ и $ФС_2$ (типа «ФС-К2») укреплены на водомерном стекле у нижней и верхней границ допустимых уровней. При достижении верхнего уровня воды световой поток от осветителя *ЛО*, падающий на фотосопротивление $ФС_1$, уменьшается, и контакты *1Р1* реле *1Р*, включенного на выходе усилителя постоянного тока на триодах ПТ-1 и ПТ-3, размыкают цепь питания обмотки магнитного пускателя. Контакты пускателя выключают цепь питания электропривода насоса.

При достижении нижнего предельного уровня воды освещенность фотосопротивления $ФС_2$ увеличивается, благодаря чему срабатывает реле *2Р*, включенное на выходе усилителя постоянного тока на триодах ПТ-2 и ПТ-4. Контакты *2Р1* через магнитный пускатель включают двигатель насоса. Контакты *1Р2* и *2Р2* приводят в действие световую и звуковую сигнализацию.

Триоды ПТ-1 и ПТ-2 (типа П2) питаются от элемента «ФБС», а триоды ПТ-3 и ПТ-4 (типа П3А) — от выпрямителя, обеспечивающего напряжение 12 *в*.

Вы, конечно, видели на станочных автоматических линиях и на конвейерах приспособления, которые подают детали для сборки изделий непрерывным потоком. Во многих случаях это могут быть наклонные плоскости, по полозьям которых скатываются или скользят детали.

Детали (например, гайки) находятся в бункере, откуда поступают на конвейер для сборки. Рабочему, обслуживающему какой-нибудь участок конвейера, нужно знать, сколько деталей осталось в бункере, чтобы вовремя их туда добавить. Если он этого не знает, то может задержать своих товарищей на соседних участках конвейера, когда у него кончатся все детали. Луч света на пути прохождения деталей, воздействуя на фотореле, может своевременно подать сигнал о том, что детали скоро кончатся. Сигнал этот может быть световым (сигнальная цветная лампочка) или звуковым (электрический звонок).

Сигналы привлекают внимание рабочего, который немедленно принимает меры для новой зарядки бункера деталями.

Фотореле может не только подавать сигналы, но и в нужных случаях остановить конвейер или заставить его двигаться назад.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЕСЫ

Многие изделия на производстве должны проверяться по весу, потому что всякое отклонение от нормы, выходящее за пределы допусков, дает брак.

Предположим, например, что нормальный вес изделия 100 *г* и что отклонение от этого веса допустимо лишь в пределах 0,1 *г* в обе стороны. Это значит, что если изделие весит 100+0,1=100,1 *г* или 100—0,1=99,9 *г*, то оно еще считается годным. Изделия тяжелее 100,1 *г* или легче 99,9 *г* бракуются. В первом случае будет брак по избытку, а во втором — по недостатку веса.

Фотореле можно приспособить

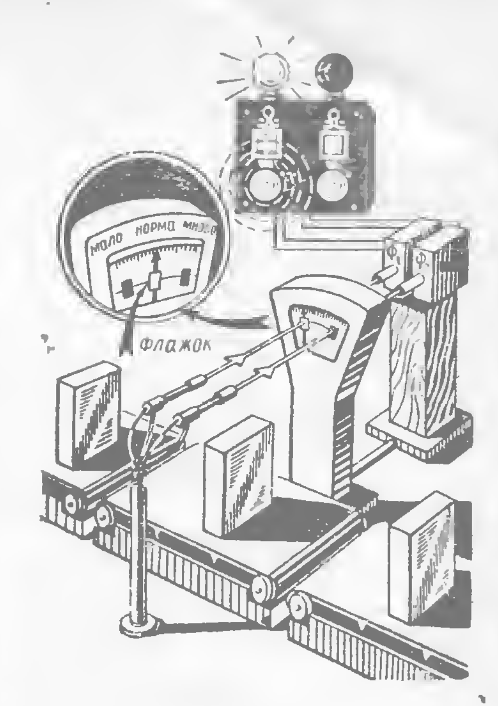


Рис. 19.

для автоматической разбраковки изделий по весу. Для этого с обратной стороны шкалы обычных стрелочных весов (рис. 19) помещают два фотоэлемента и соединяют их электрическими проводами с усилительными лампами фотореле.

К стрелке весов прикрепляется кусочек непрозрачной бумаги, картона или фольги, а на шкалу направляются лучи света от осветителей. Свет через вырезанные в шкале отверстия попадет на фотоэлементы.

Если изделие имеет нормальный вес, то стрелка весов будет стоять на нуле и изделие пройдет по конвейеру дальше. Если же изделие весит больше или меньше нормы, то стрелка весов отклонится влево или вправо и перекроет тот или иной луч света. В результате срабатывает одно или другое фотореле ($Ф_1$ или $Ф_2$), и негодная деталь удаляется с конвейера электромагнитными сбрасывателями (на рисунке не показаны). Одновременно включается звонковая или световая сигнализация, привлекающая внимание рабочего.

Фотоэлектронными весами разбраковывают, например, шарики для центробежных регуляторов и другие детали, вес которых должен быть очень точным.

Применение фотоэлектрических устройств в конструкции весов позволяет использовать весы в системах автоматического кон-

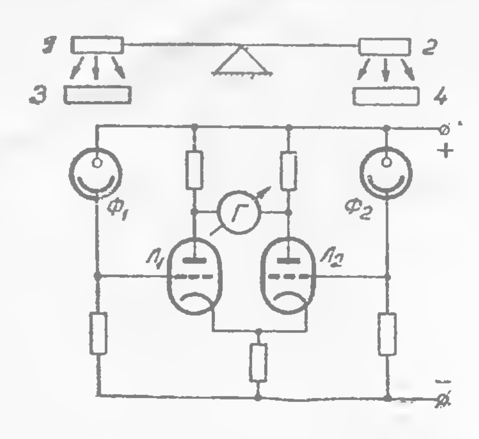


Рис. 20.

троля и регулирования, производить дистанционные измерения, регистрировать результаты взвешивания и производить измерения в процессе транспортировки. Кроме того, применение фотоэлектрических устройств способствует расширению диапазона и повышению точности весов.

Большое распространение получили фотоэлектрические приставки к аналитическим и микроаналитическим весам, превращающие весы в автоматические приборы, с помощью которых можно непрерывно определять зависимость веса от времени, температуры или других параметров, характеризующих контролируемый процесс. Задачи такого рода возникают особенно часто при изучении радиоактивных веществ, исследованиях физиологических и биологических процессов, при анализах режимов сушки, поглощения, степени летучести и др.

На рисунке 20 показана схема аналитических весов, позволяющих производить взвешивание с точностью до тысячных долей миллиграмма. На концах *1* и *2* коромысла весов помещены радиоактивные изотопы, испускающие β-частицы. Под ними на небольшом расстоянии располагаются прозрачные пластинки *3* и *4*, покрытые тонким слоем фосфора. Интенсивность свечения фосфора контролируется с помощью фотоэлементов $Ф_1$ и $Ф_2$, включенных в дифференциальную схему. Когда весы находятся в равновесии, обе пластинки с фосфором светятся одинаково и вызывают одинаковые токи в фотоэлементах $Ф_1$ и $Ф_2$. Стрелка гальванометра (или микроамперметра) *Г* устанавливается при этом на нулевой отметке. При нарушении равновесия весов свечение фосфора на одной из пластинок увеличивается, а на другой уменьшается, и прибор *Г* начинает показывать ток, величина которого пропорциональна отклонению коромысла весов от положения равновесия.

Вместо гальванометра *Г* может быть включено чувствительное электромагнитное или магнитоэлектрическое реле, контакты которого включают сигнальное устройство при нарушении равновесия весов.

Более совершенными являются фотоэлектрические весы, в которых предусмотрено автоматическое уравновешивание. Примером такого прибора могут служить аналитические весы, построенные А. А. Соколовым и В. И. Александровым на базе обычных равноплечих весов типа «ВА-200» завода «Госметр» (см. вкладку II). На конце стрелки весов жестко закреплена бленда — тонкая текстолитовая пластинка, в которой сделан ряд равно отстоящих прорезей, параллельных оси стрелки. Против этой бленды на станине весов неподвижно укреплена другая такая же бленда. Свет лампы накаливания *ЛО* проходит через конденсатор, диафрагму и прорези обеих бленд и падает на катод фотоэлемента, включенного на входе усилителя постоянного тока. Соленоид, магнитное поле которого, взаимодействуя с полем постоянного магнита, уравновешивает подвижную систему весов, включен между катодами ламп 6П3С выходного каскада, собранного по схеме асимметричного параллельно-балансного повторителя. Последовательно с соленоидом включен миллиамперметр *Г* с пределами измерения 0—10 *ма* и внутренним сопротивлением 300 *ом*, показания которого пропорциональны весу навески. Для обеспечения устойчивой работы весов, то есть для гашения качаний, на вход усилителя подается производная входного напряжения усилителя по времени. Дифференцирующая цепочка состоит из сопротивления R_1 (25 *ком*) и конденсатора C_1 (0,01 *мкф*).

Время взвешивания равно времени установления стрелки выходного прибора и не превышает 1—2 сек.

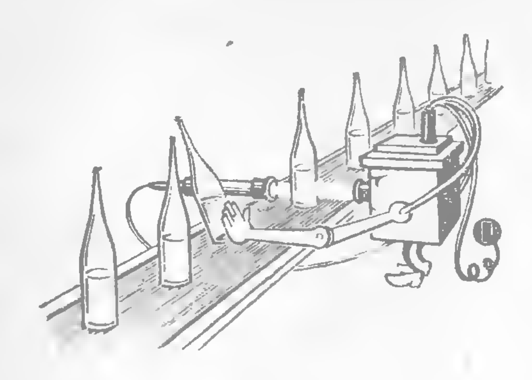
Широкое распространение получили фотоэлектрические приставки для обычных рычажных весов с циферблатным отсчетным устройством. Фотоэлектрическая приставка может быть установлена у любой отметки шкалы. Когда стрелка весов прерывает луч света, падающий на фотоэлемент, возникает электрический сигнал, который после усиления используется, например, для управления заслонками или клапанами, регулирующими поступление взвешиваемого материала в ковш, установленный на весах.

В ЦКБ Киевского совнархоза недавно была разработана автоматическая конфетная линия с фотоэлектрическим устройством для автоматической расфасовки конфет. Устройство создано на базе настольных циферблатных весов типа ВНЦ с использованием двух фотореле. Каждое фотореле состоит из фотосопротивления типа «ФС-К1», включенного последовательно с обмоткой реле типа «РП-7», осветителя и промежуточного реле типа «МКУ-48». Фотосопротивления и осветители устанавливаются на циферблате весов таким образом, что одно фотосопротивление укреплено против деления шкалы, соответствующего весу, который на 10—15% меньше нормального, а второе фотосопротивление — против деления, соответствующего нормальному весу. При пересечении флажком, укрепленным на стрелке весов, луча света, направленного на первое фотосопротивление, включается электромагнитная заслонка, которая отсекает часть потока конфет, направленного в упаковочный ящик (режим досыпки). При достижении требуемого веса флажок на стрелке весов затемняет второе фотосопротивление, после чего автоматически прекращается подача конфет в данный ящик и начинается наполнение следующего ящика.

ФОТОРЕЛЕ КОНТРОЛИРУЕТ ПРОЗРАЧНОСТЬ РАСТВОРОВ И ВОЗДУХА

Перед нами ОТК — отдел контроля готовой продукции фармацевтического завода. В рассеянном «молочном» свете электрических ламп девушки в белых халатах просматривают ампулы с различными лекарственными растворами.

Вот в ампуле прозрачная, чистая жидкость. В ней нет осадка или мути.



Ампула проверена. Она идет в больницы, поликлиники, на медпункты. А вот другая ампула. Она чуть-чуть мутновата. Наметанный, зоркий глаз контролера замечает мельчайшие частицы посторонней примеси. Этого достаточно для того, чтобы ампула с лекарством была забракована.

Много ампул проходит за смену через быстрые, проворные руки работницы. К концу смены пальцы и глаза устают от напряженной работы. Утомленный контролер нет-нет да и пропустит брак вместо годной продукции. А ведь каждая бракованная ампула — вопрос жизни и здоровья больного. Впрыскивать недоброкачественное лекарство под кожу или вводить его в кровь больному очень опасно.

Наши конструкторы создали автомат для контроля ампул посредством фотоэлектронного прибора. Лучи света от электрической лампочки собираются линзами в тонкий пучок, который, пронизывая заполненную лекарством ампулу, попадает на фотоэлемент.

В зависимости от прозрачности раствора лучи света проходят через него в большем или меньшем количестве.

Мутная жидкость рассеет часть световой энергии. Прозрачная, чистая ампула пропустит свет почти без ослабления. Фотоэлемент чутко реагирует на все изменения светового луча и при малейших отклонениях от нормы включает механизм, сбрасывающий бракованные ампулы с конвейера.

В три раза ускоряется выпуск ампул, десятки контролеров освобождаются от напряженной работы, совершенно исключаются роковые ошибки. Фотоэлектронный прибор неутомимо, быстро и точно контролирует проходящие по конвейеру ампулы с лекарственными растворами.

Опыты с контролем мутности жидкости (например, воды) легко осуществить, пользуясь для этого самодельными фотореле. При определенной мутности фотореле будет срабатывать и подавать световой или звуковой сигнал.

Метод, о котором мы сейчас вам расскажем, дает возможность определять малые количества вещества, трудно поддающиеся учету другими методами. Он широко используется в разнообразных конструкциях мутномеров, пылемеров и дымномеров, в приборах для контроля качества центрифугирования и фильтрации, для разбраковки готовой продукции по мутности и т. п.

Этот метод состоит в следующем. Если через мутную среду пропускать световой поток, то часть света рассеивается взвешенными частицами среды и интенсивность выходящего светового потока уменьшается по сравнению с входящим. В связи с этим возможны два метода измерения концентрации взвешенных частиц: а) по ослаблению первичного светового потока и б) по интенсивности рассеянного потока.

На рисунке 21 показаны электрическая и оптическая схемы устройства, не допускающего при центрифугировании превышения определенной степени мутности.

Свет от источника *ЛО* при помощи зеркал $З_1$ и $З_2$ линз $Лн_1$, $Лн_2$, $Лн_3$ и $Лн_4$ направляется через проточную кювету *ИС* с исследуемой средой на фотосопротивление $ФС_1$ и через эталонную среду *ЭС* — на фотосопротивление $ФС_2$. Установка предельного значения мутности осуществляется с помощью диафрагмы $Д_2$, регулирующей освещенность фотосопротивления $ФС_2$. Во время измерений величина сопротивления $ФС_2$ остается неизменной. При нормальной работе центрифуги сопротивление $ФС_2$ превышает сопротивление $ФС_1$. Сигнал о нарушении режима или управляющий импульс для приведения в действие регулирующего органа возникают в тех случаях, когда сопротивление $ФС_1$, зависящее от степени мутности исследуемой среды, превышает установленную величину сопротивления $ФС_2$.

При включении прибора вследствие протекания анодного тока лампы $Л_1$ через первичную об-

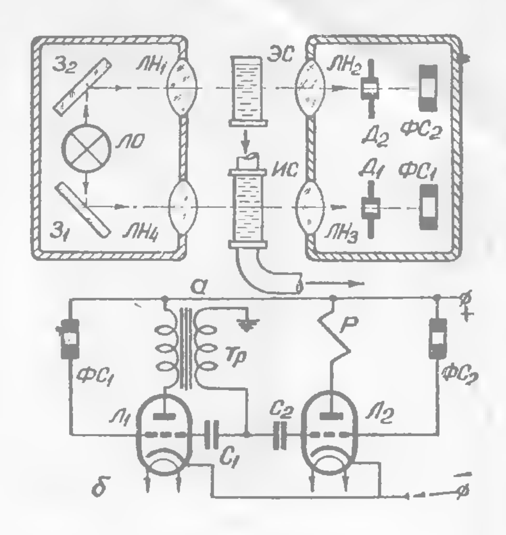


Рис. 21.

мотку трансформатора *Тр* во вторичной обмотке индуктируется ток, который, проходя через конденсаторы C_1 и C_2, создает отрицательные смещения на сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$. После этого ток через лампу $Л_1$ прекращается, и конденсаторы C_1 и C_2 начинают разряжаться через фотосопротивления $ФС_1$ и $ФС_2$. Так как сопротивление $ФС_1$ меньше, чем сопротивление $ФС_2$ при нормальной мутности среды, то время разрядки конденсатора C_1 меньше времени разрядки конденсатора C_2. После разрядки C_1 через лампу $Л_1$ снова начинает протекать анодный ток, и на сетках ламп $Л_1$ и $Л_2$ снова создаются отрицательные смещения. Лампа $Л_2$ при этом не успевает открыться. Этот процесс повторяется до тех пор, пока мутность не превысит предельного значения.

При нарушении нормального режима центрифугирования сопротивление $ФС_2$ оказывается меньшим, чем сопротивление $ФС_1$, и конденсатор C_2 разряжается быстрее, чем конденсатор C_1; через лампу $Л_2$ начинает протекать анодный ток, вызывающий срабатывание реле *Р*. Контакты этого реле включают сигнальные или регулирующее устройства. Чувствительность прибора вполне достаточна для использования его в большинстве случаев при центрифугировании.

На рисунке 22 показана схема фотоэлектрического дымномера. Металлический цилиндр *2* диаметром 200 *мм* пропущен через трубку *1* на выходе газов за электрофильтрами. Часть цилиндра, находящаяся в трубе, имеет ряд отверстий для прохода газов.

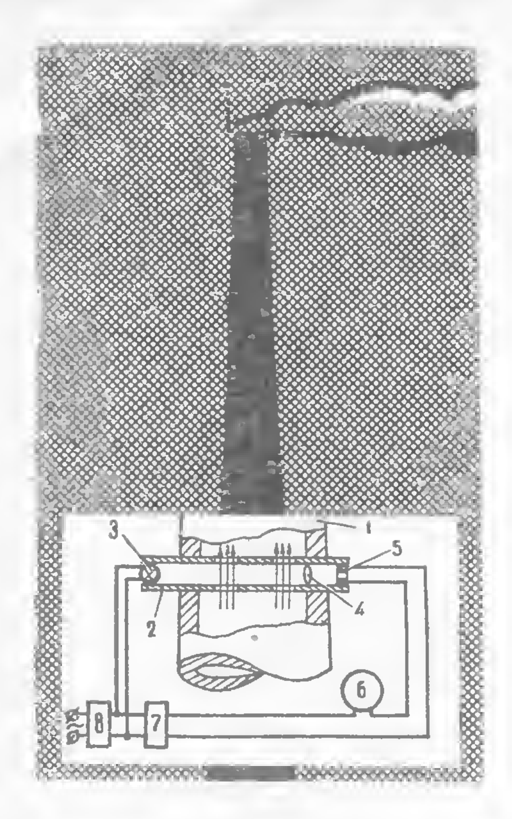


Рис. 22.

Концы цилиндра служат основанием для крепления лампы осветителя *3* (150 *вт*) и фотосопротивления *5* с линзой *4*. Фотосопротивление включено последовательно с измерительным прибором *6*. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока через стабилизатор *8* и выпрямитель *7*.

При отсутствии дыма свет, падающий на фотосопротивление, вызывает отклонение стрелки прибора *6* на всю его шкалу. По мере увеличения задымленности освещенность фотосопротивления уменьшается, и соответственно уменьшается ток в цепи, на что указывает стрелка измерительного прибора.

Такой дымномер успешно применяется в технике.

Применение дымномеров позволяет избежать засоренности атмосферы в городах и предупредить излишний расход топлива. На базе фотоэлектрических дымномеров создаются автоматические устройства для регулирования подачи горючего в двигателях и т. п.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР ВЛАЖНОСТИ

Часто на заводах и фабриках бывает очень важно знать, какое количество водяных паров содержится в воздухе цеха или склада. Для этого устанавливаются специальные приборы — гигрометры, измеряющие влажность воздуха.

В гигрометре натянут длинный волос, который при изменении влажности воздуха стремится либо укоротиться, либо удлиниться. Волос связан с подвижной системой, на оси которой укреплена стрелка. В зависимости от влажности воздуха эта стрелка перемещается по шкале влево или вправо. На шкале нанесены деления, по которым можно отсчитать влажность воздуха. Прибор этот очень чувствителен: достаточно подышать на волос гигрометра, чтобы стрелка его переместилась по шкале на угол в 10—15°.

Как же заставить гигрометр автоматически сигнализировать об изменении влажности? Ведь не стоять же все время около прибора, наблюдая за перемещением стрелки. Лучше, если прибор сам подаст сигнал, когда влажность воздуха увеличится или уменьшится по сравнению с нормальной.

Если прикрепить к стрелке гигрометра маленькое зеркальце размером в несколько квадратных миллиметров и направить на него луч света от осветителя так, чтобы, отражаясь от зеркальца, он попадал в фотореле, то получится автоматический сигнализатор влажности.

При повороте стрелки гигрометра на некоторый угол отраженный от зеркальца свет уже перестанет попадать на фотоэлемент. Фотореле при этом срабатывает и включает сигнальную лампочку или электрический звонок, привлекающий внимание обслуживающего персонала.

Если влажность воздуха, например, повысится, то вспыхнет красная сигнальная лампочка и зазвенит звонок. Фотореле может включать не только сигнальные цепи, но и электродвигатель, который через червячную передачу поворачивает вентиль, регулирующий влажность воздуха в помещении. Получится уже не сигнализатор, а автоматический регулятор влажности.

Автоматическое регулирование влажности особенно важно в цехах и мастерских, где сушат различные вещества и готовую продукцию.

Там, где производственный процесс требует поддержания определенного режима влажности, можно применять и другие приборы, основанные на использовании фотоэлектронного эффекта. Схема одного из таких приборов показана на рисунке 23.

Между двумя небольшими зеркальцами помещается стеклянная пластинка. Лучи света от электрической лампочки многократно отражаются зеркалами и попадают на фотоэлемент, связанный с электронным усилителем.

Чем больше влажность помещения, в котором установлен этот прибор, тем хуже пропускает стекло световые лучи из-за оседающей на нем массы микроскопических водяных капелек. Электронный усилитель можно отрегулировать так, что при определенной предельной влажности сработает электромагнитное реле, включающее своими контактами

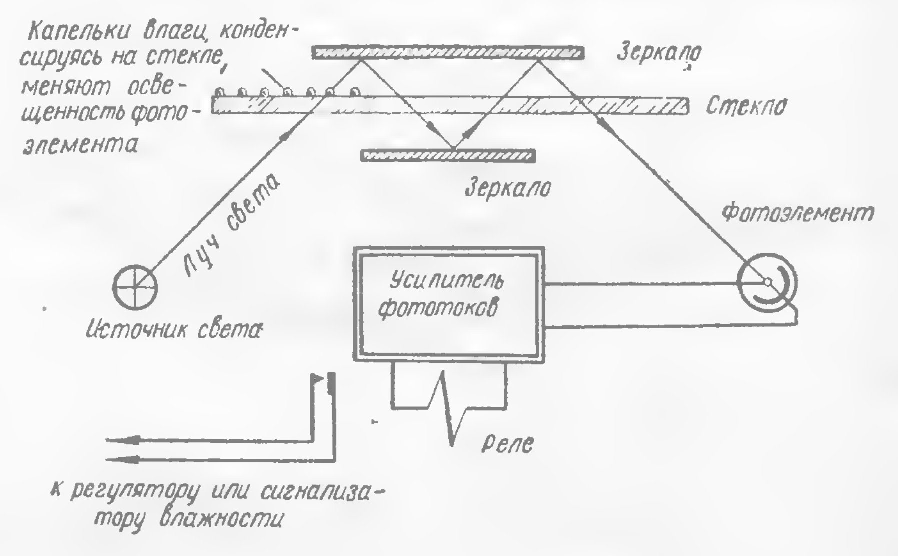


Рис. 23.

сигнализацию или приспособление, регулирующее влажность.

Рабочим на химических заводах иногда приходится работать в опасном соседстве с различными ядовитыми веществами. Здесь им приходит на помощь также фотоэлектронная автоматика. При участии ее рабочий может находиться в светлой просторной кабине и управлять на расстоянии автоматическими машинами химического производства.

На пультах управления, на световых сигнальных указателях он будет видеть, как работают машины-автоматы, и, когда это потребуется, вмешается в их работу, нажимая нужные кнопки или поворачивая рычажки. Да и этого скоро не придется делать: машины-автоматы будут сами себя регулировать.

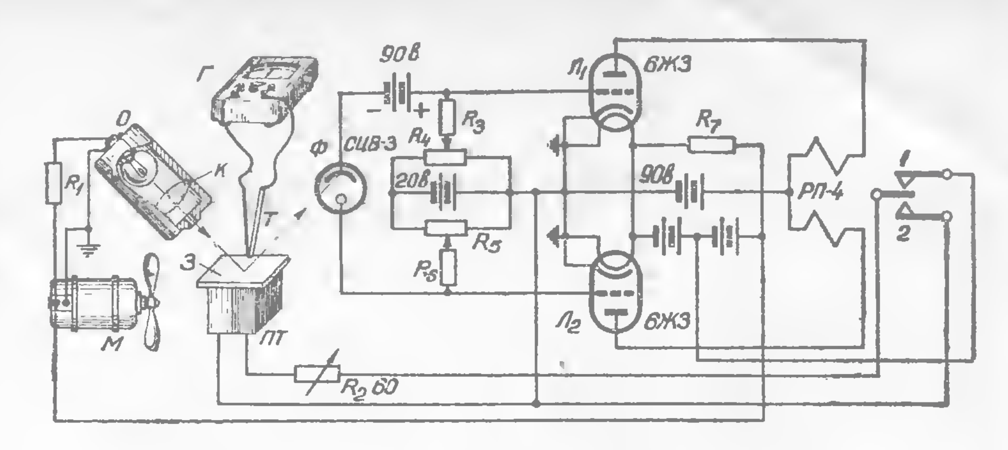


Рис. 24.

Для измерения влажности воздуха и газов в производственной и научно-исследовательской практике часто применяют конденсационные гигрометры, в основе которых лежит метод точки росы. По этому методу общее давление смеси газов равно сумме парциальных давлений компонентов. Так как водяной пар является одним из составных элементов влажного воздуха или газа, то количество водяного пара можно определить по его парциальному давлению. Если охлаждать влажный воздух или газ при неизменном давлении, то парциальное давление водяного пара остается неизменным вплоть до достижения температуры точки росы, при которой оно будет равно упругости насыщенных водяных паров. Зная температуру точки росы, можно по таблицам найти упругость насыщенных водяных паров, равную парциальному давлению водяного пара, а следовательно, определить влажность воздуха или газа. Температура точки росы, как правило, определяется по температуре зеркальной поверхности в момент появления на ней первых признаков конденсата.

Применение фотоэлементов в конденсационных гигрометрах обеспечивает своевременное определение момента появления конденсата и позволяет создать точные автоматические приборы, обладающие рядом преимуществ по сравнению с другими приборами для определения влажности воздуха и газов (возможность осуществления непрерывной регистрации влажности; получение надежных данных как при положительных, так и при отрицательных температурах; снижение требований к точности определения температуры по сравнению с психрометрами и др.).

В фотоэлектрических конденсационных гигрометрах момент появления конденсата фиксируется по изменению отражательной способности зеркальной поверхности, вызывающему изменение освещенности фотоэлемента.

В последние годы разработаны и внедряются конденсационные гигрометры, в которых вместо сложных приемов охлаждения конденсационной поверхности холодной водой, твердой углекислотой, жидким воздухом, испарением эфира применяется полупроводниковый термоэлемент. Примером такого прибора может служить автоматический гигрометр (рис. 24).

Гигрометр состоит из следующих элементов: полупроводникового охладителя *ПТ* с припаянным к его холодному спаю металлическим зеркальцем *З*; осветителя *О* с конденсатором *К*; фотоэлектрического индикатора толщины конденсата, состоящего из фотоэлемента типа «СЦВ-3» и балансного усилителя на лампах 6Ж3; поляризованного реле «РП-4», при помощи которого регулируется температура поверхности зеркала *З*; вентилятора *М* для продувки воздуха мимо зеркала; измерителя температуры точки росы, состоящего из полупроводниковой термопары *Т* чувствительностью 200 *мкв/град* и гальванометра или самопишущего прибора *Г*. В положении, когда на зеркальце *З* отсутствуют признаки конденсата, падающий на него от осветителя *О* узкий пучок света почти целиком отражается и попадает на фотоэлемент. В сеточных цепях ламп 6Ж3 проходит фототок, который приоткрывает лампу $Л_1$ и запирает лампу $Л_2$. Подвижный контакт двухобмоточного реле «РП-4» занимает положение *1*. Через охладитель *ПТ* от аккумулятора начинает протекать ток, и зеркальце охлаждается. Появление конденсата на зеркале вызывает рассеивание падающего на него светового потока, и освещенность фотоэлемента уменьшается. Запертая лампа $Л_2$ при этом приоткроется, а лампа $Л_1$ закроется, и подвижный контакт реле займет положение *2*, отключая охладитель *ПТ* от аккумулятора. Конденсат с поверхности начнет испаряться, так как окружающая температура выше температуры зеркальца. Испарение конденсата вызовет увеличение освещенности от отраженного света на фотоэлементе, в результате чего подвижный контакт реле «РП-4» снова перейдет в положение *1* и т. д. Схема настроена таким образом, что она реагирует на малейшие изменения толщины слоя конденсата, и тем самым температура зеркальца поддерживается на уровне точки росы.

Благодаря применению балансного усилителя и включению чувствительного реле по дифференциальному принципу схема отличается высокой чувствительностью и точностью, работа ее не зависит от колебаний напряжения питания анодных и накальных цепей ламп[1].

[1] Схемы рисунков 7, 10, 14, 17, 18, 20, 22, 24, приводятся по книге: В. И. Литвак, Фотореле в системах автоматического контроля и регулирования. Госэнергоиздат, 1961.

О реле-„кирпичиках" автоматов

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Реле времени — это прибор, при помощи которого можно включать нагрузку (электрическую лампочку, звонок, моторчик и т. п.) на определенное время, заранее устанавливаемое по шкале прибора. Такое реле вы вполне можете построить сами в техническом кружке.

БАТАРЕЙНОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Принципиальная схема батарейного реле времени приведена на рисунке 1.

В схеме использовано чувствительное поляризованное реле типа «РП-4». Ток срабатывания реле при соответствующей его регулировке надо установить равным 0,05—0,08 *ма*. Сопротивление катушки реле лучше взять равным 17 *ком*. К выводам катушки подключен электролитический конденсатор емкостью 200 *мкф*, рассчитанный на рабочее напряжение 30 *в*.

При подключении к схеме батарейки карманного фонаря (выключателем *Вк*) загорается лампочка *Л*, так как контакты реле в это время замкнуты. Одновременно начинается зарядка конденсатора *С* через сопротивления, и напряжение на конденсаторе медленно возрастает. Когда напряжение достигнет определенного значения, сработает электромагнитное реле. Контакты реле при этом разомкнутся и выключат лампочку. Время горения лампочки зависит от скорости нарастания напряжения на конденсаторе, которое, в свою очередь, зависит от величины емкости конденсатора и сопротивлений R_1 и R_2.

С увеличением величины сопротивлений и емкости конденсатора скорость нарастания напряжения на конденсаторе уменьшается, а время горения лампочки увеличивается. Переменное сопротивление R_2 позволяет регулировать время горения лампочки от 0,5 до 2—4 *сек.* (в зависимости от настройки реле).

Следующее включение лампочки производится кратковременным нажатием на кнопку *Кн*. При этом конденсатор быстро разрядится, реле возвратится в первоначальное положение, а контакты реле включают лампочку. Через некоторое время, когда конденсатор снова зарядится, реле сработает, а лампочка потухнет.

Сопротивление R_3 в нашем приборе служит для ограничения тока разряда конденсатора, который, протекая через кнопку *Кн*, вызывает обгорание ее контактов.

Сопротивление R_1 является также ограничивающим. Если его нет, то через переменное сопротивление R_2 (при случайной установке его значения, близкого к нулевому) в момент нажатия на кнопку *Кн* будет протекать ток большой силы. Это может привести к обгоранию токопроводящего слоя переменного сопротивления.

Налаживание схемы реле времени в основном сводится к регулировке поляризованного реле. Для этого переменное сопротивление устанавливают на максимальное значение и к схеме выключателем *Вк* подключают батарею. При этом должна загореться лампочка на 2—4 *сек.* Если лампочка не загорается, то проверяют надежность соединения контактов реле, а если лампочка загорается, но не гаснет, то подкручивают регулировочные винты реле. Если при регулировке лампочка не гаснет, то изменяют полярность напряжения на обмотке реле. После этого реле вновь регулируют. Налаживание реле времени удобно делать с тестером «ТТ-1», «Ц-20», который подключается к концам обмотки реле. По показаниям прибора следят за изменением напряжения срабатывания и отпускания реле при вращении регулировочных винтов. Реле времени конструируют на демонстрационной панели размером 200×300 *мм*.

Простейшее реле времени можно использовать как учебно-наглядное пособие на занятиях кружка, на уроках физики и электротехники. Этот прибор позволяет познакомиться с устройством и работой реле времени

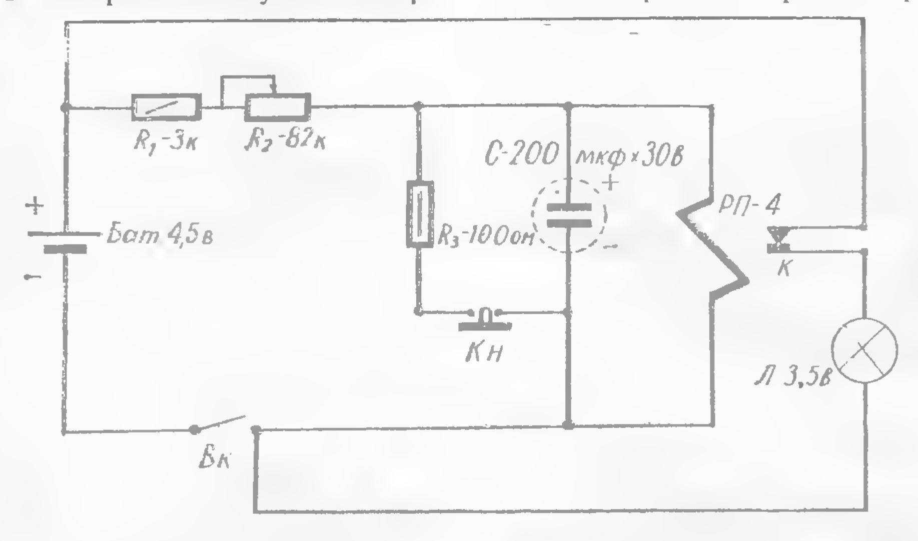


Рис. 1.

и поляризованного реле. Реле времени также дает возможность продемонстрировать инерционность заряда конденсатора через сопротивление от источника постоянного тока. Это очень важное свойство конденсатора положено в основу работы многих автоматических приборов, применяемых в современной технике. Для демонстрации инерционности заряда конденсатора к его выводам присоединяют ламповый вольтметр. В крайнем случае можно воспользоваться и школьным авометром или тестером «Ц-20», «ТТ-1», «ТТ-2».

При нажатии на кнопку *Кн* показания вольтметра резко уменьшаются. Это говорит о быстром разряде конденсатора через небольшое сопротивление R_3, равное 100 *ом*. После отпускания кнопки показания прибора медленно возрастают, что соответствует плавному нарастанию напряжения на конденсаторе. Изменяя величину переменного сопротивления или емкости конденсатора, можно продемонстрировать влияние этих величин на скорость заряда конденсатора; с помощью прибора можно продемонстрировать работу электромагнитного реле и изменения его характеристик (тока срабатывания и тока отпускания) при регулировке реле.

Батарейное реле времени используют в различных моделях приборов и машин, основанных на принципе автоматики. Так, например, новосибирские ребята, которые занимаются в кружке автоматики на областной станции юных техников, поставили такое реле в автоматическую черепаху. Это заметно упростило электронную схему черепахи.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ НА ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ЛАМПЕ СГ-2С

Эта схема реле времени позволяет включать лампочки фотоувеличителя (или другого прибора) на 0,5—15 *сек*. Длительность включения регулируют ручкой переменного сопротивления. Схема реле времени рассчитана на включение в сеть с напряжением 127 *в*. Можно включать реле и в сеть с напряжением 220 *в*, но после небольшой переделки. Принципиальная схема реле времени приведена на рисунке 2.

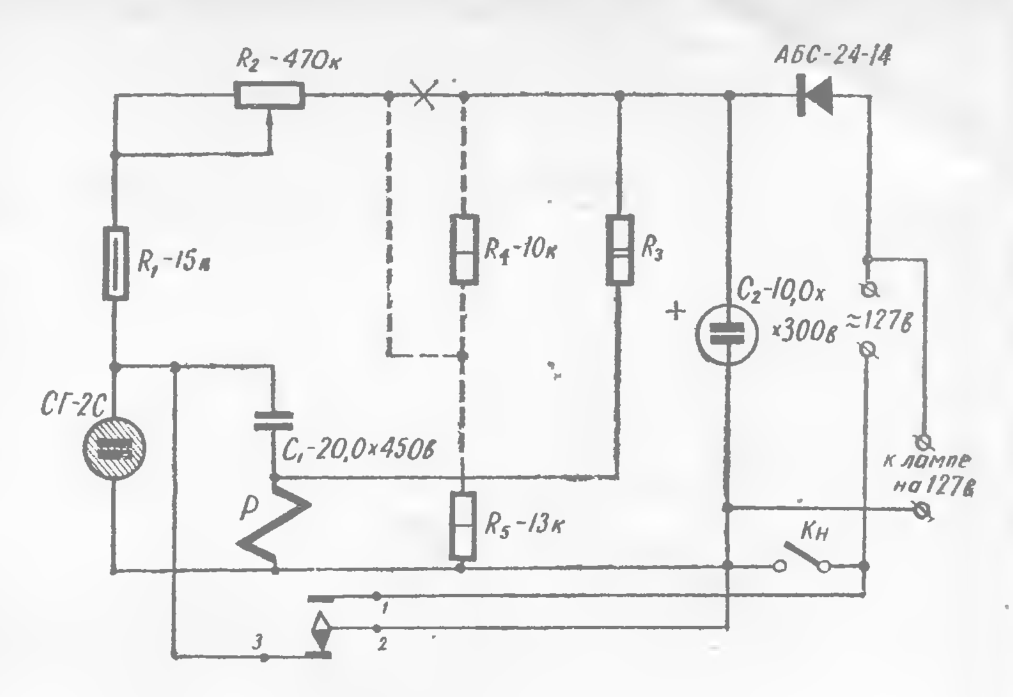


Рис. 2.

Схема работает следующим образом.

При нажатии на кнопку *Кн* включается электрическая лампочка. Одновременно благодаря выпрямляющему действию селенового столбика «АВС-24-14» на конденсаторе C_2 появляется постоянное напряжение, которое через сопротивление R_3 подводится к обмотке электромагнитного реле. В результате этого через обмотку реле потечет электрический ток, оно сработает и своими контактами *1—2* соединит накоротко выводы кнопки *Кн*. Затем кнопку отпускают. Как только лампочка загорится, начнется зарядка конденсатора C_1 через последовательно соединенные сопротивления R_2 и R_1. По мере зарядки конденсатора повышается напряжение на газоразрядной лампе СГ-2С. Когда плавно возрастающее напряжение достигнет значения, равного напряжению зажигания лампы, лампа вспыхнет, а конденсатор C_1 быстро разрядится через нее и обмотку электромагнитного реле. Ток разряда конденсатора направлен навстречу основному току, протекающему по обмотке реле через сопротивление R_3. Поэтому магнитное поле вокруг катушки уменьшится, якорь отпадет, а его контакты *1—2* разомкнутся и отсоединят реле от электросети. Контакты *2—3*, наоборот, замкнутся и быстро разрядят конденсатор C_1.

Время горения лампы фотоувеличителя плавно регулируют сопротивлением R_2. С его увеличением время горения лампы удлиняется.

При использовании всех указанных на схеме деталей диапазон выдержек времени будет составлять 0,5—15 сек.

Реле времени питается от электросети с напряжением 127 *в*, но его включают и в сеть на 220 *в*. Для этого в схеме производят небольшие изменения. Вывод сопротивления R_2 отсоединяют от сопротивления R_3 и подключают к средней точке делителя напряжения, составленного сопротивлениями R_4 и R_5. Подключение этих сопротивлений показано на схеме пунктирной линией. Величину сопротивления R_3 удваивают. В дальнейшем, при настройке схемы, величину его подбирают более точно.

Реле времени собирают из деталей заводского изготовления. Газоразрядную лампу лучше взять типа СГ-2С (газовый стабилизатор напряжения). Ее можно заменить двумя последовательно соединенными неоновыми лампочками типа МН-3. Электромагнитное реле — телефонное, с током срабатывания 6—8 *ма* и сопротивлением обмотки 2 400 *ом*. Вместо него можно поставить реле другого типа, с током срабатывания не более 20 *ма*. При этом разность между током срабатывания и током отпускания реле не должна превышать 10 *ма*. Чем меньше величина этой раз-

ности, тем легче наладить реле и тем надежнее его работа.

В качестве выпрямителя используется селеновый столбик типа «АВС-24-14». Его можно заменить германиевым полупроводниковым диодом ДГ-Ц27 или двумя последовательно соединенными диодами типа ДГ-Ц24, ДГ-Ц25, ДГ-Ц26. При последовательном соединении диодов к их выводам присоединяют равные сопротивления величиной 100—300 *ком.* Конденсатор C_1 — с бумажной изоляцией, на рабочее напряжение 300 *в.* В крайнем случае можно применить и электролитический конденсатор на рабочее напряжение 300—450 *в.* При этом шкала выдержек времени будет неравномерная, а стабильность выдержки несколько хуже, чем при использовании бумажного конденсатора. Конденсатор C_2 — электролитический, емкостью 10 *мкф,* на рабочее напряжение 300—450 *в.*

Кнопка *Кн* — обычная звонковая.

Сопротивление R_3 подбирают в процессе настройки. Величину его выбирают такой, чтобы ток, протекающий через обмотку реле, немного превышал ток срабатывания реле (на 2—3 *ма*). Для реле телефонного типа с током срабатывания 6—8 *ма* величина сопротивления при питании реле времени от сети 220 *в* составляет примерно 25—35 *ком.* Мощность сопротивления должна быть не менее 4 *вт.* При питании схемы от сети с напряжением 127 *в* сопротивление R_3 приблизительно должно быть равным 15—20 *ком.* Точную величину сопротивления подбирают при налаживании схемы.

При использовании реле для фотопечати его помещают в небольшой фанерный ящик, а детали монтируют на крышке ящика. С целью уменьшения размеров конструкции вместо газоразрядной лампы СГ-2С ставят неоновую лампу МН-7. Телефонное реле заменено малогабаритным реле типа РСМ-2, которое срабатывает при токе 20 *ма.* Сопротивление обмотки равно 750 *ом.*

Налаживание реле начинают с тщательного подбора определенного значения сопротивления R_3, так как от этого зависит четкая работа прибора. При налаживании схемы переменное сопротивление R_2 устанавливают в среднее положение. Прибор включают в электрическую сеть и, внимательно наблюдая за контактами реле, нажимают на кнопку *Кн.* При этом должно сработать электромагнитное реле. Если реле не срабатывает, то следует постепенно уменьшать величину сопротивления R_3. Через некоторое время после срабатывания реле вспыхивает газоразрядная лампа СГ-2С, и реле должно возвратиться в первоначальное положение, выключив осветительную лампу.

Может оказаться, что газоразрядная лампочка вспыхнет, а реле останется в сработанном положении. В этом случае берут сопротивление R_3 большего значения.

При налаживании схемы нужно иметь в виду, что при слишком большом значении сопротивления R_3 электромагнитное реле может не сработать. Наоборот, при слишком малом сопротивлении реле будет оставаться в сработанном положении и после вспыхивания газоразрядной лампы. Как в первом, так и во втором случае реле времени работать не будет.

Реле времени на газоразрядной лампе можно использовать в школе на некоторых уроках и лабораторных занятиях по физике, электротехнике. Оно поможет вам получить хорошие отпечатки в фотолаборатории, его можно использовать в различных моделях и приборах, основанных на применении электронной автоматики.

ШИРОКОДИАПАЗОННОЕ РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

Принципиальная схема широкодиапазонного реле времени приведена на цветной вкладке.

Это реле имеет два диапазона выдержек времени. Переключение диапазонов производят выключателем *Вк-1.* При работе в первом диапазоне (выключатель *Вк-1* разомкнут) интервал выдержек времени равен 1 : 100 сек., а во втором — 0,2 : 18 мин. Регулировку величины выдержки времени в пределах диапазона осуществляют ручкой переменного сопротивления R_1. Такое реле удобно применять для отсчета времени при фотопечати и проявлении фотопленок. В последнем случае схему переключают в диапазон 0,2—12 мин., а к одной из пар выходных зажимов подключают звонок на 220 *в,* включение которого сигнализирует об окончании проявления фотопленки.

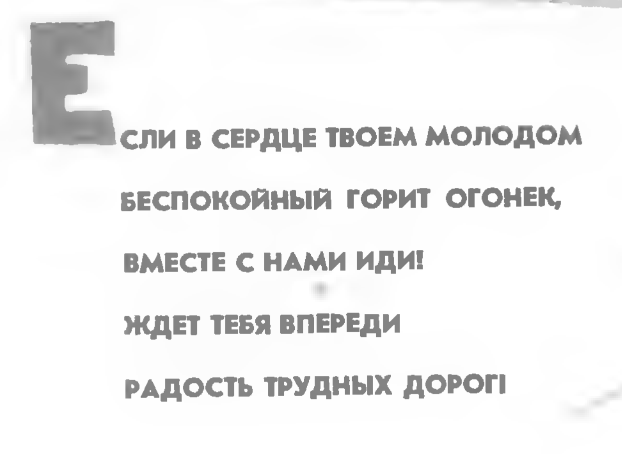
В схеме применена радиолампа 6Н8. Накал радиолампы подключен к понижающей обмотке трансформатора (например, выходной трансформатор от радиоприемника «Рекорд-54»). Первичную обмотку трансформатора подключают к сети с напряжением 220 *в.* Отвод от обмотки отрезают, а анодную цепь радиолампы подключают непосредственно (без выпрямителя) к сети.

В анодную цепь правого по схеме триода радиолампы включают обмотку телефонного реле. Ток срабатывания реле равен 8 *ма,* сопротивление обмотки—2 400 *ом.* Вместо телефонного реле можно использовать любое реле с током срабатывания не более 12 *ма.*

Чтобы якорь и контакты реле при питании анодной цепи радиолампы переменным током не дребезжали, к обмотке реле подключают электролитический конденсатор.

Теперь разберем подробнее схему реле времени. При работе в первом (секундном) диапазоне выключатель *Вк-1* находится в выключенном положении. Если при этом разомкнуть выключатель *Вк-2,* то конденсатор C_2 быстро разрядится. Заряжается конденсатор от сети с напряжением 220 *в* через промежуток сетка — катод правого (по схеме) триода, нормально замкнутые контакты реле *1—2* и лампу фотоувеличителя, которая подключается к прибору. Промежуток сетка — катод триода выполняет в этом случае роль выпрямителя переменного тока электросети.

Выдержка времени начинается с момента замыкания выключателя *Вк-2.* При этом напряжение сети 220 *в* окажется подключенным к лампе фотоувеличителя через замкнутые контакты реле *1—2,* а конденсатор C_2 начнет медленно разряжаться через промежуток анод — катод левого триода и переменное сопротивление R_1. Обкладка конденсатора, имеющая отрицательный знак, подключена к сетке правого триода, а обкладка с положительным знаком — к катоду. Поэтому, когда конденсатор C_2 заряжен, анодный ток правого трио-

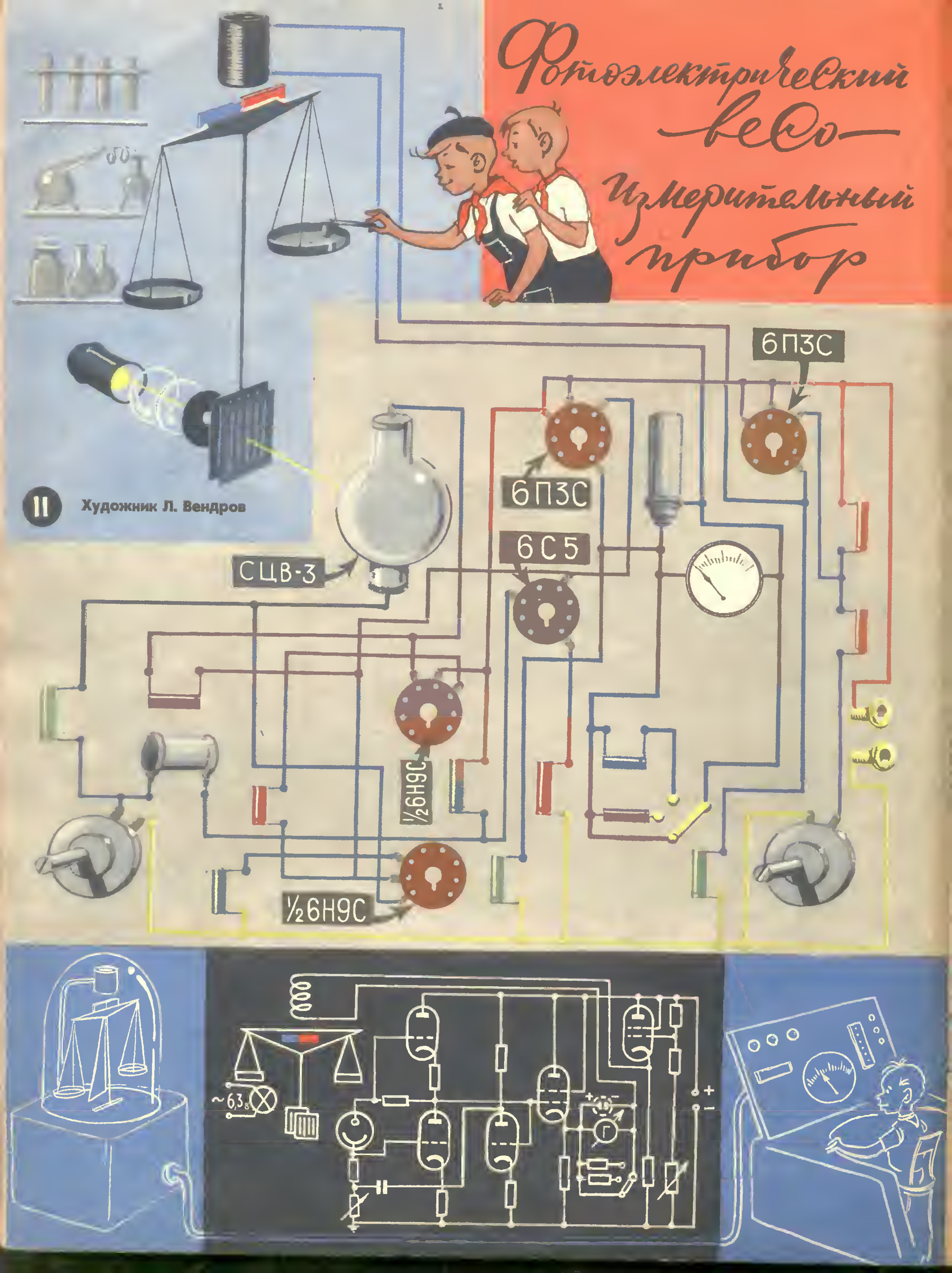


ЕСЛИ В СЕРДЦЕ ТВОЕМ МОЛОДОМ
БЕСПОКОЙНЫЙ ГОРИТ ОГОНЕК,
ВМЕСТЕ С НАМИ ИДИ!
ЖДЕТ ТЕБЯ ВПЕРЕДИ
РАДОСТЬ ТРУДНЫХ ДОРОГ!

Фаловый угол
Мачта
Парус
Гика-шкот
Галсовый грот
Гик
Шкотовый грот
Блок
Обух
Вантпутенс
Тяга
Румпель

САМОДЕЛЬНЫЙ КАТАМАРАН

Художник Д. Хитров


Фотоэлектрические весы — измерительный прибор
6П3С
6П3С
СЦВ-3
6С5
½6Н9С
½6Н9С
~6,3в
+
−
Г
11
Художник Л. Вендров

да равен нулю. По мере разрядки конденсатора напряжение на нем плавно уменьшается. Когда его величина приблизится к нулю, анодный ток правого триода увеличится. При этом электромагнитное реле сработает, и его контакты 1—2 отключат лампу фотоувеличителя от электросети.

При работе во втором (минутном) диапазоне к конденсатору C_2 параллельно подключают конденсатор C_1. Если прибор используют для отсчета времени при проявлении фотопленок, то к его выходным зажимам подключают звонок. При срабатывании реле (после окончания выдержки времени) замыкающиеся контакты 2—3 включают звонок, сигнализирующий об окончании выдержки.

При монтаже прибора особое внимание обращают на качество изоляции соединительных проводов, отходящих от бумажных конденсаторов C_1 и C_2, лепестков ламповой панельки, соединенных с анодом, сеткой и катодом левого триода. При плохой изоляции максимальная выдержка времени, которую может дать прибор, значительно уменьшится. Кроме того, величина наибольших выдержек с течением времени будет изменяться. Поэтому монтаж схемы следует вести проводом с хорошей изоляцией, а пайку проводов к ламповой панельке делать очень аккуратно. После окончания монтажа ламповую панельку протрите чистой тряпочкой, смоченной спиртом или одеколоном.

ТЕРМОРЕЛЕ

В технике и в быту иногда бывает необходимо поддерживать постоянной температуру определенной среды, например температуру воздуха в инкубаторе, комнате, температуру фоторастворов при обработке фотоматериалов, применяемых в цветной фотографии. В этих случаях удобно пользоваться автоматическим регулятором температуры, который можно построить с применением терморелe.

Терморелe — автоматическое устройство, срабатывающее при определенной температуре окружающей среды. При срабатывании терморелe выключает нагревательные элементы или, наоборот, включает приборы охлаждения (вентилятор), включает сигналы тревоги (сирены, мигающие лампочки), которые сигнализируют о недопустимом возрастании температуры какого-нибудь объекта. Так, например, на электромоторах большой мощности монтируется термодатчик — чувствительный к температуре элемент терморелe. При значительном нагревании мотора (при сильной его механической перегрузке) терморелe включает сигнал тревоги и отключает электромотор от сети.

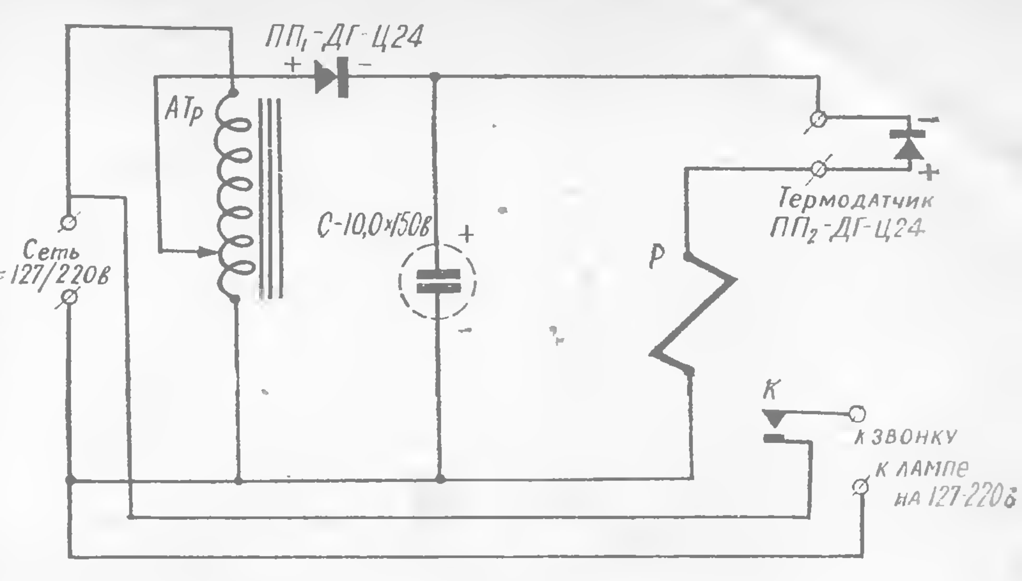


Рис. 3.

ПРОСТЕЙШЕЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОЕ ТЕРМОРЕЛЕ

Принципиальная схема простейшего терморелe приведена на рисунке 3.

В этой схеме в качестве элемента, чувствительного к температуре (термодатчика), используется полупроводниковый диод ПП$_2$-ДГ-Ц24. На диод через обмотку реле подается напряжение с выхода выпрямителя, собранного на другом полупроводниковом диоде — ПП$_1$-ДГ-Ц24. Диод термодатчика включен в схему в обратном направлении: «минус» его подключен к положительному полюсу выпрямителя, а «плюс» — к отрицательному. При таком включении диода термодатчика протекающий через него ток зависит от температуры. При комнатной температуре через диод протекает незначительный по величине ток. При кратковременном нагревании термодатчика (например, с помощью паяльника) ток резко возрастет до 10—20 *ма* и окажется достаточным для срабатывания реле. Контакты реле при этом замкнутся и включат звонок или лампочку, которые сигнализируют о повышении температуры термодатчика.

В схеме поставлено телефонное электромагнитное реле с током срабатывания 8 *ма*. Вместо него можно взять и любое другое реле с током срабатывания не более 20 *ма*.

Для понижения напряжения электросети до 70 *в* служит автотрансформатор (например, выходной трансформатор от проигрывателя «Тайга»). Первичную обмотку его, имеющую 3 120 витков провода ПЭЛ-0,15, полностью подключают к сети, а с ее отвода напряжение подают на выпрямитель. Выводы от вторичной обмотки отрезают и обматывают изоляционной лентой. Трансформатор собран на железе Ш-19, толщина набора пакета — 20 *мм*.

Такое терморелe собирают на демонстрационной фанерной панели размером 200×280 *мм*. Его можно использовать как учебно-наглядное пособие в кружке, на уроках физики и электротехники.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОЕ ТЕРМОРЕЛЕ

Это терморелe отличается от предыдущего гораздо большей чувствительностью к изменению температуры. Терморелe срабатывает при изменении температу-

ры термодатчика на 3—10° (в зависимости от точности настройки поляризованного реле). Питание схемы производится от батареи с напряжением 4,5 *в*.

Принципиальная схема термореле приведена на рисунке 4. Элементами, чувствительными к температуре в этой схеме, являются термосопротивления R_1 и R_4 типа «ММТ». Для повышения чувствительности термореле сопротивления включены по мостовой схеме.

Применение двух термосопротивлений вместо одного увеличивает чувствительность схемы термореле в два раза. В одну диагональ моста включают батарею,

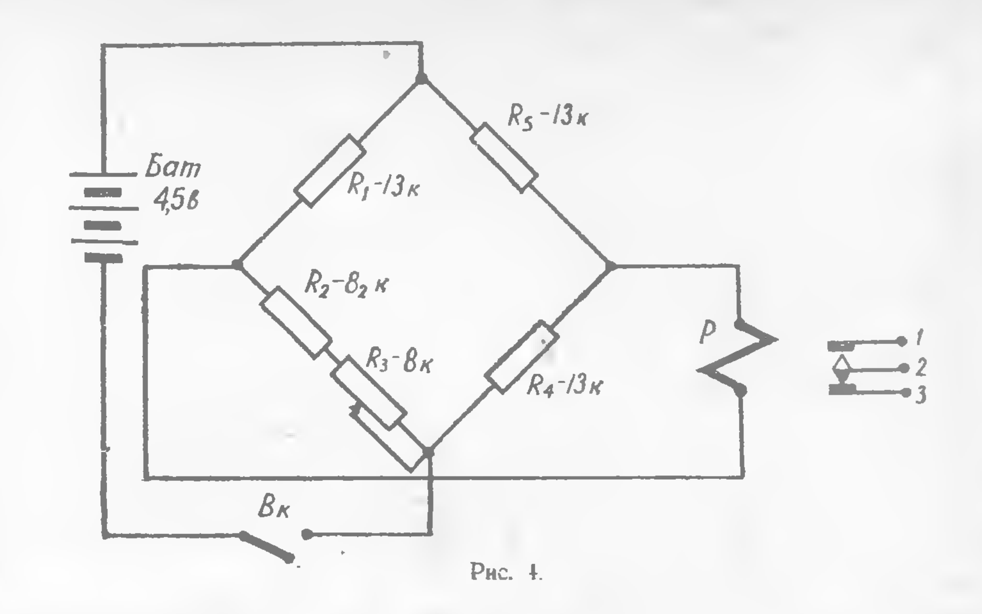


Рис. 4.

Кибернетический замок

Атаман остановился перед дверью и громко крикнул:
— Симсим, открой дверь!
И вдруг дверь в скале распахнулась, атаман вошел, а за ним вошли его люди, и дверь опять захлопнулась за ними...

(Из «Тысячи и одной ночи»)

Вы помните бедняка Али-Бабу из арабских сказок «Тысячи и одной ночи», перехитрившего сорок разбойников и их жестокого одноглазого атамана?

Кровожадные разбойники прятали награбленные богатства в горной пещере за волшебной дверью. А храбрый Али-Баба подслушал таинственные слова, при произнесении которых открывалась волшебная дверь. Это помогло ему проникнуть в пещеру и вывезти оттуда много золота и драгоценностей. «После этого каждый день, — говорится в сказке, — на кухне у Али-Бабы готовилась пища не только для него самого, но и для всех его бедных соседей, которым нечего было есть. А когда соседи благодарили его, он говорил:

— Приходите и завтра и приводите с собой всех бедняков...»

Богатый и завистливый брат Али-Бабы Касим, проведав о пещере с волшебной дверью, захотел забрать себе все ее богатства. Проникнув в таинственную пещеру и увидев несметные сокровища, жадный Касим совсем потерял голову от радости и забыл волшебные слова, которые надо было произнести, чтобы дверь открылась.

И сколько раз он ни повторял потом: «Горох, открой дверь! Овес, открой дверь! Ячмень, открой дверь!» — дверь не открывалась, и Касим не мог выйти из пещеры. Вернувшиеся в пещеру разбойники безжалостно расправились с Касимом.

Конечно, волшебные двери бывают только в сказках. Но в на-

а в другую диагональ — обмотку чувствительного поляризованного реле типа «РП-4». Ток срабатывания реле при тщательной регулировке равен 0,05—0,1 *ма*. Чем меньше ток срабатывания, тем чувствительнее будет наша схема.

Работает эта схема термореле следующим образом.

В исходном положении реле, соответствующем определенной температуре окружающего термосопротивления воздуха, мост балансируют переменным сопротивлением R_3 так, чтобы напряжение на обмотке реле было меньше напряжения, необходимого для его срабатывания. Реле в этом случае находится в несработанном положении: контакты *1—2* разомкнуты, а контакты *2—3* замкнуты. При повышении температуры воздуха, окружающего термосопротивления, величина их сопротивлений уменьшается. Это ведет к разбалансировке моста. Напряжение на обмотке реле повышается, и реле срабатывает: контакты *2—3* реле размыкаются, а контакты *1—2* замыкаются.

Размыкающиеся контакты реле могут быть использованы для термосопротивлений (если такой подогреватель имеется), включения вентилятора и т. п.

Допустимая мощность, переключаемая контактами поляризованного реле «РП-4» при настройке его на ток срабатывания 0,05—0,1 *ма*, не должна превышать 25 *вт* при напряжении нагрузки 220 *в*, иначе контакты реле быстро обгорят. Поэтому при демонстрации работы термореле нагревателем может быть электрическая лампочка мощностью 15—25 *вт*, а вентилятором — обычный настольный вентилятор. Настройка схемы термореле сводится в основном к настройке поляризованного реле на малый ток срабатывания. Схему термореле удобно монтировать на демонстрационной панели размером 200×280 *мм*.

ши дни и наяву существуют устройства, которые действуют даже гораздо эффектнее и надежнее, чем волшебные двери из арабской сказки. Они часто применяются в банковских сейфах, хранилищах ценных или секретных документов, двери которых снабжаются хитроумными автоматическими запорами, сложными системами сигнализации и другими «охраняющими» автоматами, и в других случаях. Не так-то просто было бы даже ловкому Али-Бабе пробраться незамеченным в такое хранилище и тем более вынести оттуда что-либо.

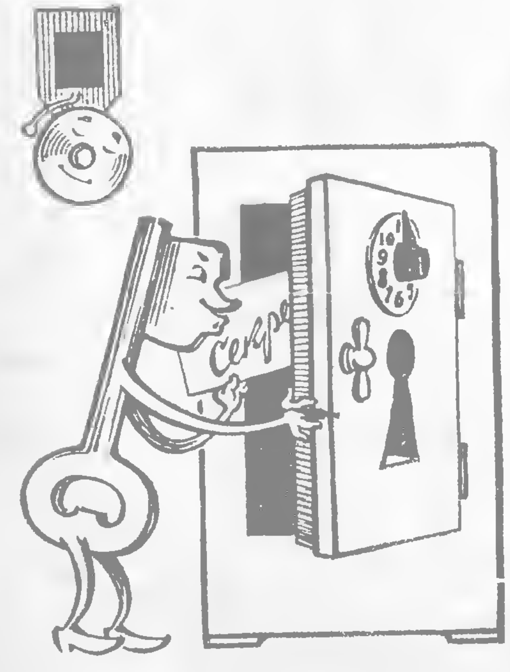
А вспомните, к примеру, кинофильм «Подвиг разведчика». Каких огромных усилий стоило отважному советскому разведчику проникнуть в штаб командования гитлеровских войск и завладеть ключом от сейфа, в котором хранились планы готовящегося наступления гитлеровцев! Но едва лишь он попытался воспользоваться ключом и открыть сейф, как в тот же миг секретная сигнализация подняла на ноги всю фашистскую охрану. Только благодаря исключительной смелости, находчивости и самоотверженности героя-разведчика ему удалось выполнить свою задачу.

По сути дела, всякий «охраняющий» автомат — это более или менее сложное кибернетическое устройство, то есть система, предназначенная для восприятия и переработки информации. Основная задача любого охраняющего устройства — опознать, «свой» или «чужой» пытается проникнуть к охраняемому объекту, и в соответствии с этим выработать необходимую реакцию: пропустить его, если это «свой», и не пропустить, поднять тревогу и т. п., если это «чужой».

Простейшее устройство для переработки информации этого типа — обыкновенный дверной замок. Носителем информации для него является ключ, вставляемый в замочную скважину. Замок действует в соответствии с поступающей на его «вход» информацией: он открывается, если ключ подходит (то есть «свой»), и не открывается, если ключ чужой».

Существуют различные типы механических буквенных и цифровых замков, открывающихся без ключа: нужно лишь набрать из букв или цифр на циферблате определенное «секретное» слово или число — код. Набирая этот код, человек как бы произносит пароль, своеобразное «Симсим, открой дверь!», по которому замок опознает «своего». К этому же сводятся функции более сложных электромагнитных и электронных замков и других охраняющих устройств. Применение же средств электроники позволяет создать наиболее надежные и эффектно действующие сторожевые автоматы.

Мы расскажем здесь об электромагнитном кибернетическом замке с релейно-контактным кодирующим устройством, построенным учениками школы № 44 города Свердловска Виктором Трифоновым и Виктором



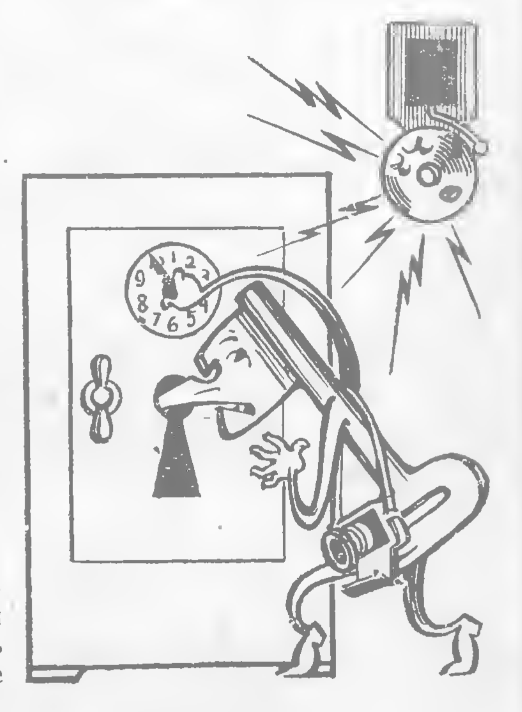




Рис. 1.

Крючковым. Оба они — члены школьного кружка автоматики и кибернетики, которым руководит студент Свердловского пединститута Владимир Волков.

Замок представляет собой автомат, установленный на внутренней стороне двери небольшого шкафчика-«сейфа» (рис. 1). На наружной стороне двери расположены 10 кнопок управления, обозначенных цифрами 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Действие автомата сводится к следующему. Перед тем как захлопнуть дверь «сейфа», в «память» замка с помощью кодирующего устройства вводится код — некоторое трехзначное число. Если после этого захлопнуть дверь, то открыть ее можно будет, лишь набирая нажатием кнопок введенный код. Набор любого другого числа (не соответствующего введенному коду) вызывает включение сигнала тревоги (звонка), а дверь «сейфа» остается запертой.

Принципиальная схема замка приведена на рисунке 2.

Замок состоит из электромагнитной задвижки, релейной схемы с кодирующим устройством и кнопками управления, акустического сигнала (звонка) с тепловым реле времени и блока питания. В электромагнитную задвижку входят стальной стержень *С* с пружиной *П* и катушка электромагнита *ЭМ*. При отсутствии тока в катушке стержень удерживается пружиной в выдвинутом состоянии — дверь заперта. Если через катушку пропустить ток, то стержень втягивается в нее — дверь отпирается. Включение катушки *ЭМ* для отпирания «сейфа» осуществляется нормально открытыми контактами реле $Р_3$ при срабатывании этого реле. Релейная схема замка построена так, что реле $Р_3$ может сработать лишь в том случае, если до него были включены сначала реле $Р_1$, а потом реле $Р_2$. При включении этих реле в иной последовательности или при включении реле $Р_4$ замыкается цепь звонка и возникает сигнал тревоги, который звучит до тех пор, пока не сработает тепловое реле *Тр* с биметаллической пластинкой, обмотка нагревания которой *Р* включается одновременно со звонком. Срабатывая, это реле отключает всю схему, возвращая ее в исходное состояние.

Кодирующее устройство замка состоит из десяти штеккеров, с помощью которых можно соединять в произвольном порядке кнопки $К_1$, $К_2$... $К_9$, $К_0$, с гнездами *А*, *Б*... *И*, *К*. Три гнезда — *А*, *Б* и *В* — ведут соответственно к катушкам реле $Р_1$, $Р_2$ и $Р_3$; остальные семь гнезд соединены с катушкой реле $Р_4$. Трехзначное число — код задается помещением трех выбранных штеккеров в гнезда *А*, *Б* и *В*, а других штеккеров — в остальные гнезда. Например, на рисунке 2 замок закодирован числом 123 (кнопка $К_1$ соединена с гнездом *А*, кнопка $К_2$ — с гнездом *Б*, кнопка $К_3$ — с гнездом *В*). В этом случае замок откроется лишь при нажатии кнопок в такой последовательности: сначала $К_1$, затем $К_2$ и, наконец, $К_3$, то есть при наборе числа 123.

Общее число различных кодов, которые могут быть установлены нашим кодирующим устройством, определяется как число размещений из 10 цифр по 3 и равно:

$$A^3_{10} = \frac{10!}{(10-3)!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 = 720.$$

Как видите, вероятность того, что «сейф» будет открыт, если введенный в замок код неизвестен, очень невелика — всего $\frac{1}{720}$!

Можно немного усложнить схему замка, введя в нее еще одно реле так, чтобы замок отпирался при наборе не трехзначного, а четырехзначного числа (для этого дополнительное реле нужно включить в схему так же, как включено реле $Р_2$, перед последним). Тогда общее число всевозможных кодов будет:

$$A^4_{10} = \frac{10!}{(10-4)!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5\,040,$$

и вероятность того, что «сейф» удастся отпереть случайным нажатием кнопок, станет еще меньше $\frac{1}{5\,040}$!

В схеме кибернетического замка, приведенной на рисунке 2,

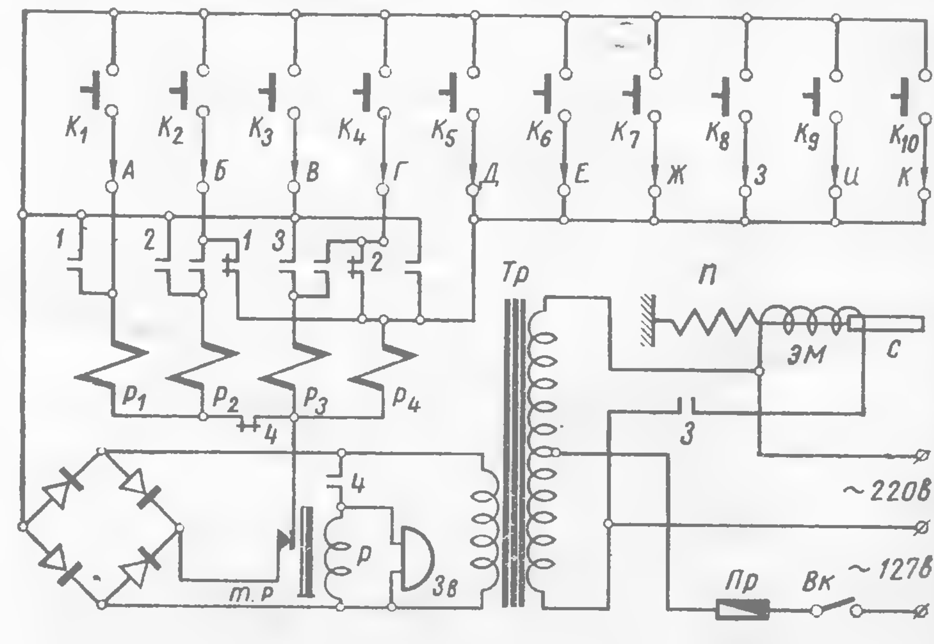


Рис. 2.

использовано всего четыре электромагнитных реле типа «РС-13». Можно применить и реле других типов, имеющих необходимые для схемы контактные группы. Кнопки и штеккеры, а также биметаллическое термореле и электромагнитная задвижка замка — самодельные.

Биметаллическую пластинку можно взять от любого теплового реле или использовать все это реле в готовом виде. В описываемой конструкции использована пластинка размером 10 × 70 *мм*, а в качестве нормально закрытого контакта применена контактная пара от электромагнитного реле. Обмотку нагревания теплового реле можно изготовить из обычной спирали от электроплитки. На пластинку, обернутую слюдой, наматывается около 20 витков спирали. Длина спирали подбирается опытным путем в процессе налаживания так, чтобы нагревание пластинки и размыкание контактов теплового реле происходило через 10—12 *сек.* после включения.

Соленоид электромагнитной задвижки наматывается проводом ПЭЛ-0,3 на деревянном каркасе. Провод укладывается плотно, виток к витку, до полного заполнения каркаса.

Трансформатор блока питания при использовании реле типа «РС-13» собирается из пластин Ш-20. Толщина набора — 45 *мм*. Сетевая обмотка содержит 1 320 витков с отводом от 765-го витка для напряжений 220 и 127 *в* (провод ПЭ-0,33). Обмотка выпрямителя для питания реле (30 *в*) имеет 180 витков провода ПЭ-0,62. Выпрямление тока осуществляется селеновым мостом «АВС-60-38-Ж».

Выключатель *Вк* смонтирован в виде пары контактов, которые прижимаются друг к другу закрытой дверью «сейфа» и размыкаются, когда дверь открывается. Таким образом, после отпирания «сейфа» замок автоматически отключается от электросети, а при запирании его — включается.

К сказанному добавим, что релейные схемы, подобные нашей, можно с успехом применить не только в кибернетическом замке, но и в различных других устройствах автоматического контроля и управления.

Д. КОМСКИЙ

Шестиканальная аппаратура управления моделями

(ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ ЮНЫХ ТЕХНИКОВ РСФСР)

Аппаратуру «РУМ-1» вы все хорошо знаете. Сделана она неплохо, но имеет один существенный недостаток: у нее ненадежно работает резонансное реле. Быстрое разрушение посеребренных поверхностей пластин реле приводит к обгоранию контактов. Но ведь острый резонанс язычков требует повышенной стабильности частоты модуляции передатчика, а этого-то как раз «РУМ-1» и не обеспечивает. Поэтому перед стартом модели ее конструктору приходится подстраивать частоты модулятора, которые через некоторое время все же расходятся с частотами язычков, и аппаратура отказывает в работе.

В кружке автоматики и телемеханики Центральной станции юных техников РСФСР разработана аппаратура, в которой вместо резонансного реле используются *LC*-фильтры. Это и устранило недостаток в аппаратуре радиоуправления, о котором мы здесь упоминали.

Наша приемная аппаратура питается от одной батареи типа «КБС-0,5». Приемник потребляет ток 50—60 *ма*, так что одной карманной батарейки вполне хватает на 4—5 час. непрерывной работы аппаратуры. Вес приемника — 200 *г*, габариты его — 100 × 65 × 45 *мм*.

На рисунке 1 вы видите приемник со стороны радийной части. Дешифрирующая часть аппаратуры, включая фильтры и промежуточные реле, располагается на нижней плате. В качестве передающей аппаратуры может быть использован любой передатчик, несущая частота которого модулируется по амплитуде звуковыми частотами 400—2 500 *гц*.

При мощности передатчика 0,25—0,5 *вт* приемная аппаратура надежно работает в радиусе 1—1,5 *км*. С тем чтобы не усложнять изготовление аппаратуры, мы вам советуем с небольшими переделками использовать передатчик от «РУМ-1».

Наша аппаратура испытывалась на пилотажных моделях известных московских авиамоделистов В. Еськова и А. Назарова и показала отличные результаты.

РАБОТА *LC*-ФИЛЬТРА

В качестве основы фильтра взята схема электронного реле на транзисторе с обратной связью по постоянному току (рис. 2). Ее работа сводится к следующему.

При отсутствии сигнала на входе схемы транзистор должен быть приоткрыт, для чего его база через сопротивление R_1 соединена с $-E_к$. Величина тока базы в этом случае должна быть такой, чтобы коллекторный ток достигал $1{,}5 \div 2$ *ма*. Такой режим работы схемы соответствует высокой чувствительности каскада и, кроме того, обеспечивает достаточно большой перепад тока в обмотке реле P_1.

При поступлении на вход схемы (рис. 2) переменного напряжения с частотой $200 \div 10\,000$ *гц* ($U_{вх} = 15 \div 20$ *мв*) это напряжение усиливается в $8 \div 10$ раз

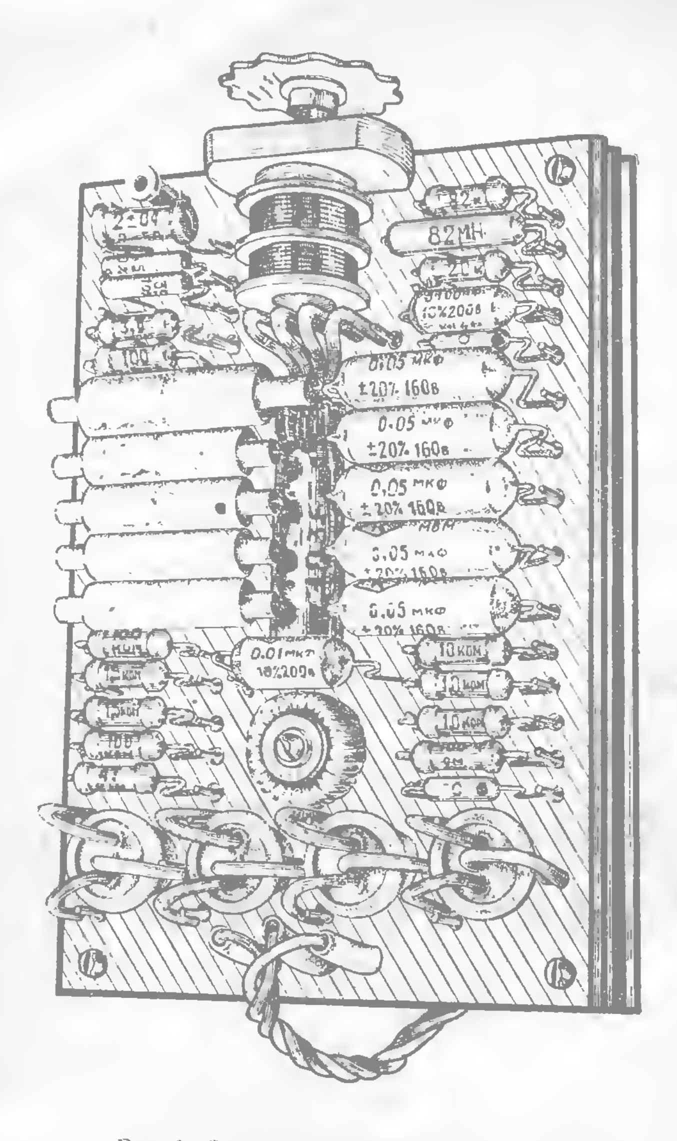


Рис. 1. Общий вид приемной аппаратуры.

транзисторным усилителем, нагрузкой которого является обмотка реле P_1 и через конденсатор C_2 подается на диод $Д_1$. Выпрямленный сигнал через сопротивление R_2 подается на базу транзистора, вводя его в режим насыщения. В режиме насыщения через обмотку реле P_1 протекает ток, равный напряжению питания схемы $E_к$, деленному на сопротивление обмотки реле, поскольку в этом случае сопротивление коллектор-эмиттер транзистора не превышает 1 *ом*.

Эта схема электронного реле совершенно нечувствительна к изменению частоты входного сигнала в диапазоне 200 ÷ 10 000 *гц*.

Если же взамен сопротивления R_2 (рис. 2) включить *LC*-контур с резонансной частотой 200 ÷ 10 000 *гц*, а последовательно с разделительным конденсатором C_1 — сопротивление R_3 = 10 ÷ 47 *ком* (рис. 3), то схема приобретает острые селективные свойства.

Основным селективным элементом схемы рисунка 3 является Г-образный фильтр, отдельно показанный на рисунке 4. Дело в том, что параллельный *LC*-контур на всех частотах, кроме резонансной, представляет собой малое сопротивление (на резонансной частоте его сопротивление велико). Поэтому, если частота входного сигнала не равна резонансной частоте *LC*-контура, то на выходе фильтра напряжение будет практически отсутствовать. Контур в этом случае шунтирует выход фильтра, и все напряжение падает на сопротивление *R*. Если же частота входного сигнала равна резонансной частоте контура, то на выходе фильтра напряжение будет равно напряжению, прикладывае м о м у к его входу, так как контур в этом случае шунтирующего действия не оказывает.

Теперь мы вернемся к схеме рисунка 3.

При отсутствии входного сигнала через обмотку реле P_1 течет ток 1,5 ÷ 2 *ма* по той же причине, что и в схеме рисунка 2.

При поступлении на вход схемы рисунка 3 сигнала с частотой, не равной резонансной частоте *LC*-контура, транзистор продолжает оставаться в подзапертом состоянии, поскольку входной сигнал за счет шунтирующего действия контура не достигает базы. Если же частота входного сигнала равна резонансной частоте контура, то сигнал без потерь прикладывается к базе транзистора, усиливается, выпрямляется и по цепи обратной связи через обмотку катушки *L* снова поступает на базу транзистора, вводя его в режим насыщения.

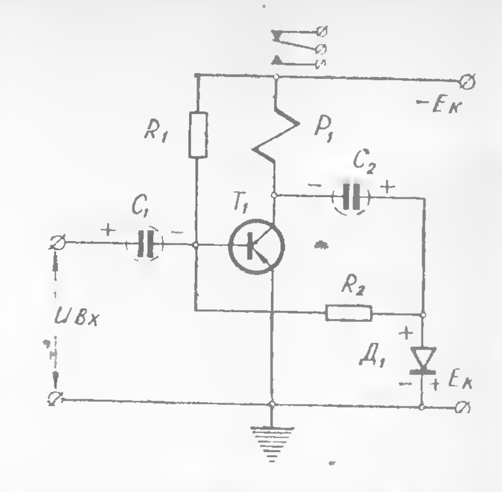


Рис. 2. Электрическая схема электронного реле.

Правда, чувствительность схемы селективного реле рисунка 3 (чувствительностью схемы называется минимальное входное напряжение, необходимое для срабатывания реле) значительно ниже, чем у схемы электронного реле (рис. 2) и составляет 1—2 *в*. При уменьшении значения сопротивления R_3 (рис. 3) чувствительность схемы повышается, но при этом снижаются селективные свойства схемы и наоборот.

На рисунке 5 (кривая *1*) приведена частотная характеристика селективного реле, то есть показана зависимость коллекторного тока транзистора от частоты входного сигнала при постоянном напряжении входного сигнала 1,4 *в*. Данные схемы рисунка 3 при этом следующие: $L = 0{,}85$ гн, $C_3 = 0{,}05$ *мкф*, $C_1 = 3{,}0 \times 10$ *в*, $C_2 = 3{,}0 \times 10$ *в*, $R_1 = 510$ *ком*, $R_3 = 47$ *ком*, $Д_1$ — германиевый диод типа Д2 или Д9, T_1 — П14 ÷ П15 ($\beta = 50 \div 60$), P_1 — электромагнитное реле типа РЭС-10, пас-

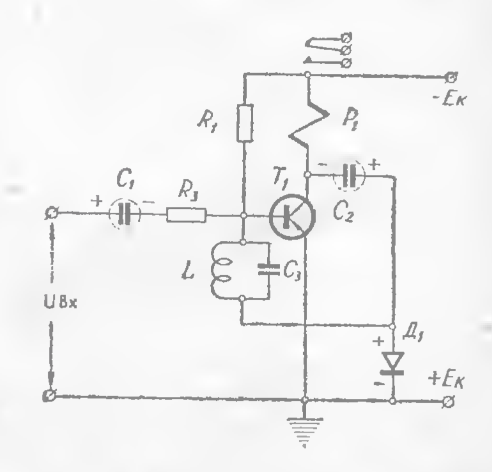


Рис. 3. Электрическая схема селективного реле.

порт 303 с сопротивлением обмотки 120 *ом*, $E_к = 4{,}5$ *в*.

Из графика (кривая *1*) видно, что при резонансной частоте схемы 820 *гц* границы срабатывания реле P_1 расположены между 770 и 875 *гц*. Полосы в 105 *гц* вполне достаточно, чтобы исключить нестабильность по частоте генератора модулятора. С другой стороны, спады кривой *1* настолько круты, что резонансная частота соседнего канала может быть расположена достаточно близко, и в диапазоне частот 500—5 000 *гц* свободно располагаются до 8—10 каналов управления. Правда, при этом необходимо ограничить амплитуду входного сигнала, иначе при слишком большой амплитуде этого сигнала срабатывать будет не только реле канала, резонансная частота которого равна частоте сигнала, но и реле соседних каналов. Так, например, кривые *1* и *2* (рис. 5) снимались при подаче на вход схемы (рис. 3) напряжения в 1,4 *в*, которого вполне достаточно, чтобы транзистор на резонансных частотах $f_{1\,рез} = 820$ *гц* и $f_{2\,рез} = 1\,270$ *гц* находился в состоянии насыщения. Если же на вход селективного реле подавать сигнал напряжения в 4 *в*, то резонансная кривая резко расширится и примет вид кривой *3* (рис. 5). Из этого рисунка видно, что при подаче на вход селективного реле сигнала амплитудой в 4 *в*, реле P_2 второго канала будет срабатывать не только от сигнала с частотой, равной резонансной частоте своего канала ($f_{1\,рез} = 1\,270$ *гц*), но и от сигнала первого канала ($f_{2\,рез} = 820$ *гц*), **что** нарушает нормальную работу аппаратуры.

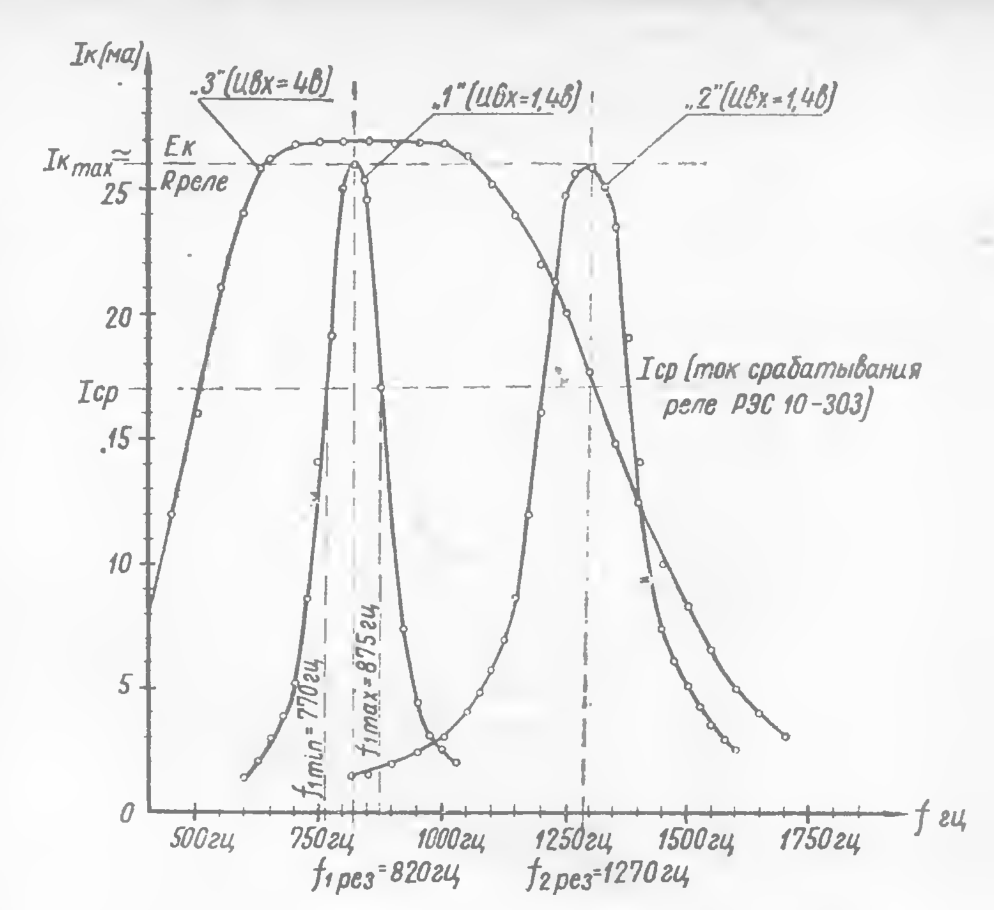


Рис. 5. Частотная характеристика селективных реле с резонансными частотами $f_{1\,рез} = 820$ *гц* и $f_{2\,рез} = 1\,240$ *гц*.

На селективные свойства схемы (рис. 3) заметное влияние оказывает величина коллекторной нагрузки, то есть омическое сопротивление обмотки реле P_1. Чем больше сопротивление обмотки реле, тем выше коэффициент усиления каскада по напряжению (более эффективно действует обратная связь) и тем острее селективные свойства схемы. При использовании реле РЭС-10, паспорт 303 (сопротивление обмотки равно 120 *ом*) относительная полоса схемы селективного реле $\frac{\Delta f}{f_{рез}}$ равна 12%, а при использовании реле РЭС-10, паспорт 302 (сопротивление обмотки равно 630 ом) относительная полоса равна 3—5%. Использование в схемах селективных реле типа РЭС-10, паспорт 302 дает возможность расположить в диапазоне частот 500—5 000 *гц* до 15 каналов управления. Правда, при этом приходится повышать напряжение источника питания с 4,5 до 6 *в*.

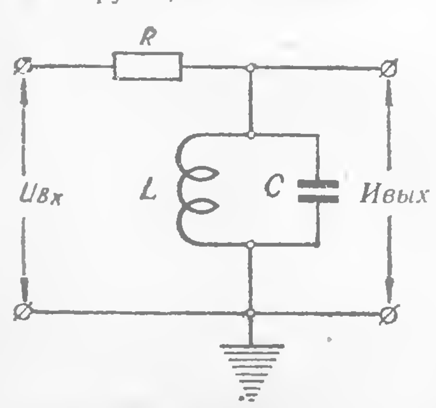


Рис. 4. Схема Г-образного *LC*-фильтра.

Наиболее сложной в изготовлении деталью в схеме (рис. 3) является катушка индуктивности *L*. Для диапазона частот 500—5 000 *гц* рекомендуется использовать тороидальные катушки индуктивности с ферритовыми сердечниками, поскольку они при минимальных габаритах обеспечивают наибольшую индуктивность. Существенным недостатком тороидальных катушек является относительная сложность намотки и невозможность плавного регулирования величины индуктивности. Поэтому в тех моделях, в которых габариты и вес не играют решающей роли, могут быть использованы броневые сердечники типа СБ1, СБ2, СБ3, ОБ12, ОБ20. В том и другом случаях катушка наматывается проводом ПЭ-0,08—0,1 (внавал) до заполнения. Необходимая резонансная частота контура *LC* определяется величиной емкости конденсатора *C*.

РАБОТА ПРИЕМНИКА

На рисунке 6 приводится электрическая схема приемной аппаратуры. Первый каскад (1П3Б) работает в сверхрегенеративном режиме, что обеспечивает прием-

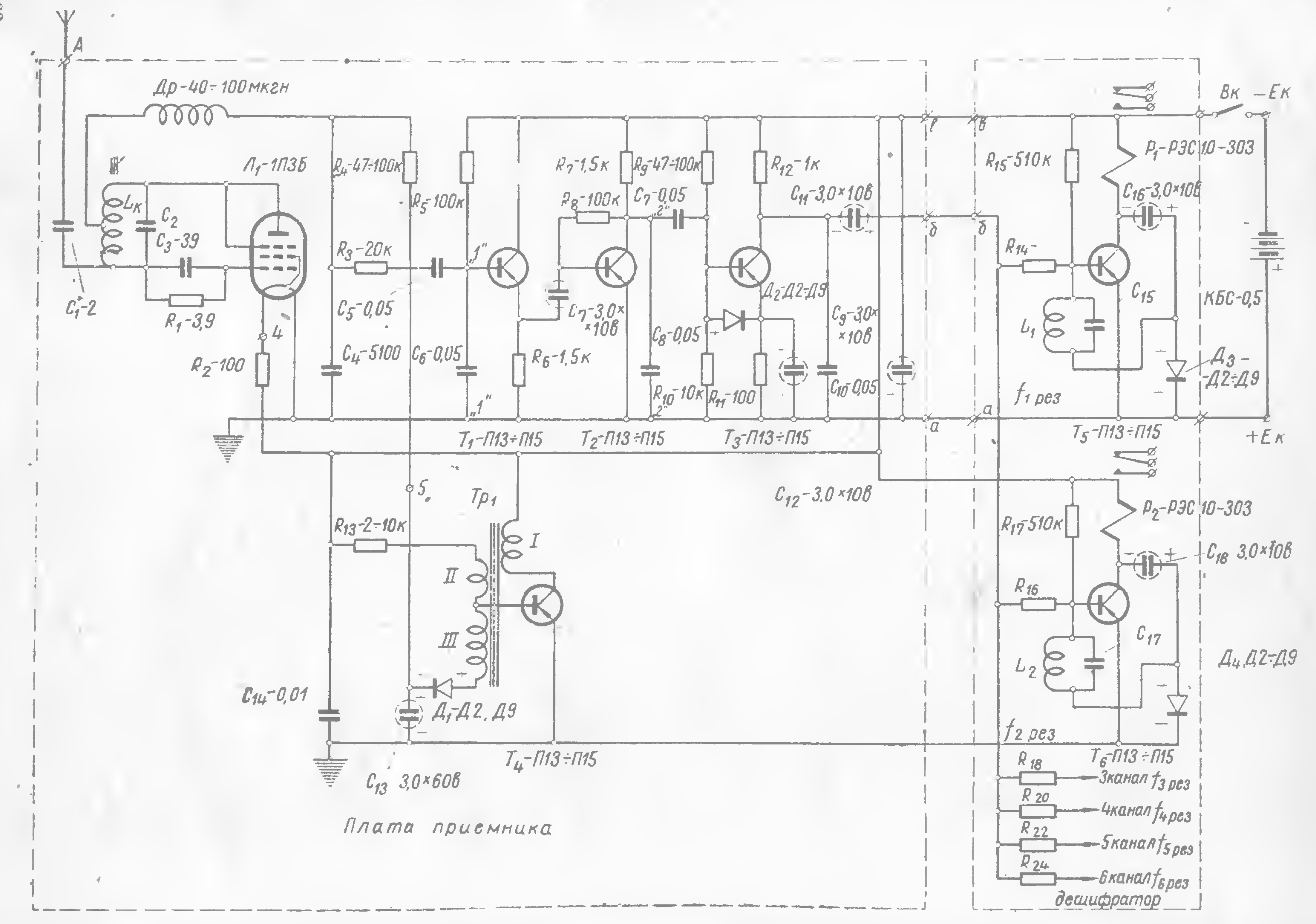


Рис. 6. Электрическая схема приемника.

нику необходимую чувствительность и низкую избирательность.

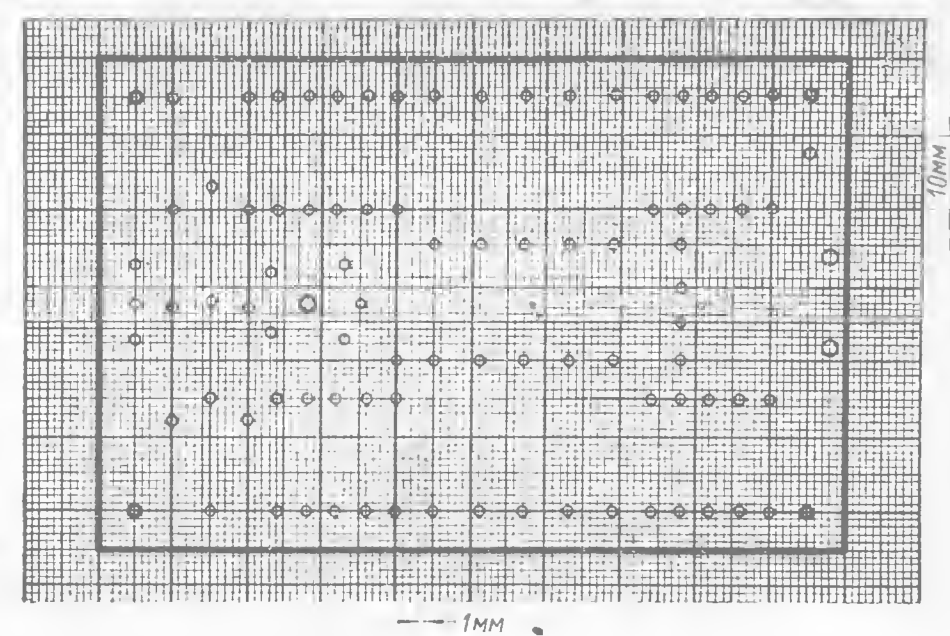
Низкая избирательность приемника дает возможность добиться устойчивой радиосвязи с передатчиком, не имеющим кварцевой стабилизации. Но в то же время приемник с низкой избирательностью имеет плохую защищенность от помех. Поэтому сейчас моделисты все чаще и чаще строят приемники по супергетеродинной схеме, а передатчики — с кварцевой стабилизацией.

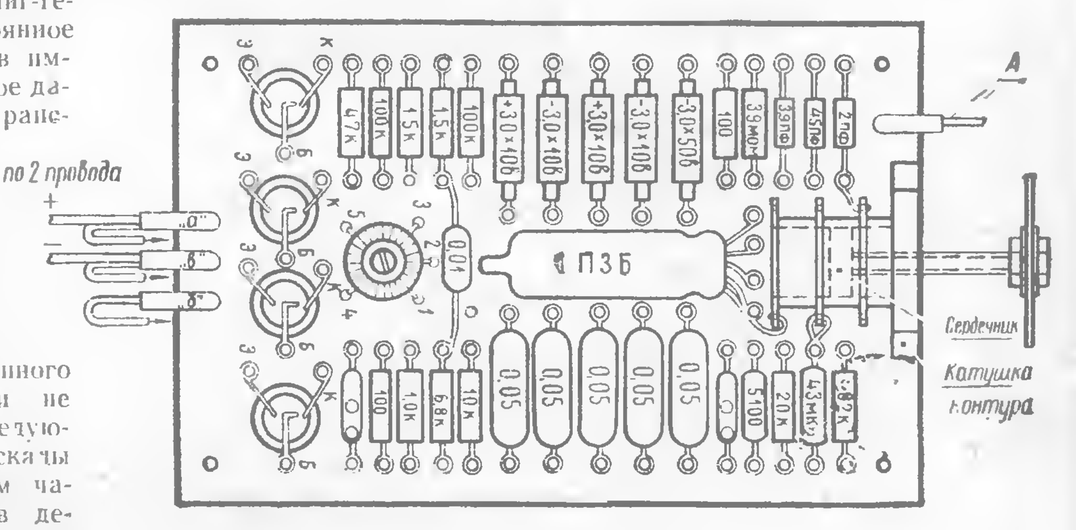
Для питания сверхрегенеративного каскада по высокому напряжению используется преобразователь напряжения с 4 до 50—55 *в*.

Преобразователь напряжения состоит из блокинг-генератора на трансформаторе $Тр_1$ и из выпрямителя, собранного на диоде $Д_1$ и конденсаторе C_{13}. Блокинг-генератор преобразует постоянное напряжение ($E_к = 4{,}5$ *в*) в импульсное напряжение, которое далее усиливается по автотрансформаторной схеме и выпрямляется.

Напряжение полезного сигнала, снимаемое с нагрузки сверхрегенеративного каскада R_4 через *RC*-фильтр (R_3, C_6), подается на вход эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе T_1. Если не ставить фильтра, то последующие транзисторные каскады будут забиты напряжением частоты гашения, которое в десятки раз больше напряжения командного сигнала. На выходе нормально работающего сверхрегенеративного каскада (точки *1—1*) напряжение частоты гашения должно быть меньше 1 *мв*, напряжение шумов при отсутствии командного сигнала — 3 ÷ 5 *мв*, а напряжение полезного сигнала при 100% модуляции несущей частоты — 40 ÷ 80 *мв*.

Эмиттерный повторитель согласовывает выход сверхрегенеративного каскада, имеющего большое выходное сопротивление ($R_{вых} = 47 \div 100$ *ком*) со входом усилительного каскада T_2, имеющим низкое входное сопротивление ($R_{вых} = 300 \div 600$ *ом*). Если не ставить эмиттерного повторителя, то усилительный каскад нагрузит сверхрегенератор настолько, что напряжение полезного сигнала на выходе фильтра упадет до 5 ÷ 10 *мв*.





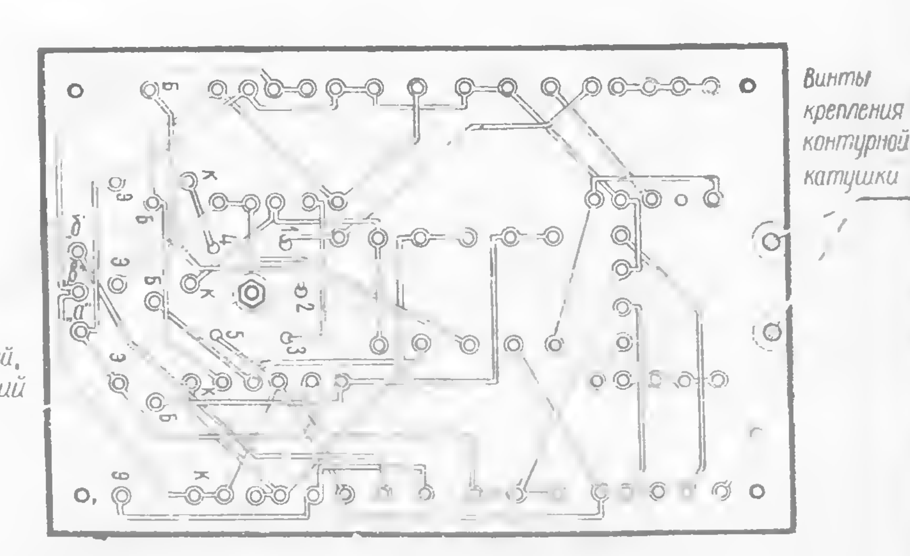


Рис. 7. Монтажная схема платы приемника.

С выхода эмиттерного повторителя R_6 полезный сигнал поступает на усилительный каскад T_2, которым он усиливается по напряжению в 10÷15 раз. Конденсаторы C_8 и C_{10} шунтируют напряжение частоты гашения, которое все же проходит через RC-фильтр.

При рассмотрении работы LC-фильтра уже говорилось, что для надежной работы аппаратуры напряжение, подаваемое на его вход, должно быть строго постоянным и не должно зависеть от величины командного сигнала, наводимого в антенне, то есть от расстояния приемника от передатчика. Напряжение же на выходе усилительного каскада T_2 (точки *2—2*) равно напряжению командного сигнала, наводимого в антенне приемника, умноженному на коэффициент усиления сверхрегенеративного каскада ($K_{св}$ = 10 000), эмиттерного повторителя ($K_{эп}$ = 0,9) и усилительного каскада ($K_{ук}$ =10 ÷ 15) и может меняться от 0,2 до 1 *в*. Поэтому между входами LC-фильтров и выходом усилительного каскада поставлен каскад-ограничитель, напряжение на выходе которого не зависит от величины полезного сигнала, подаваемого на его вход. Данные ограничительного каскада подобраны таким образом, что начиная с 200 *мв* на его входе напряжение на выходе (точки *а—б*) равно 2 *в* амплитудного значения. При наладке ограничительного каскада величина сопротивления R_9 подбирается из условия, чтобы ограничение выходного напряжения наступало одновременно как сверху, так и снизу.

Напряжение полезного сигнала с выхода ограничителя подается через разделительный конденсатор C_{11} одновременно на все входы LC-фильтров. При совпадении частоты полезного сигнала с резонансной частотой одного из LC-фильтров срабатывает соответствующее промежуточное реле P_1 ÷ P_6, включая цепь одного из исполнительных механизмов модели.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА

Приемник монтируется на двух гетинаксовых платах размером 65×100 *мм*, толщиной 2 ÷ 2,5 *мм*.

Плата, на которой монтируется приемная часть аппаратуры, изготовляется по чертежу, приведенному на рисунке 7. Согласно этому чертежу на плате производится разметка отверстий. Для простоты чертеж, приведенный на рисунке 7, можно вначале перенести на миллиметровую бумагу, которая затем наклеивается на плату и по ней уже сверлятся все необходимые отверстия.

Все отверстия, за исключением тех, которые на рисунке 7, залиты краской, сверлятся сверлом диаметром 1 *мм*. Семь отверстий, залитых краской, сверлятся сверлом диаметром 2,5 *мм*. Затем во все миллиметровые отверстия вставляются кусочки медного провода (гвоздики) диаметром 1 *мм* и длиной 10 *мм*. Провод, из которого нарезаются гвоздики, тщательно зачищается и пролуживается оловом. При этом его диаметр несколько увеличивается, так что гвоздики будут очень плотно входить в миллиметровые отверстия. Необходимо следить, чтобы длина выступающего конца гвоздика на плате со стороны деталей была равна 5 *мм* (рис. 9), а со стороны монтажа — 2 ÷ 2,5 *мм*.

Все детали, включая лампу 1П3Б, транзисторы T_1 ÷ T_4, диоды $Д_1$—$Д_2$, конденсаторы C_1 ÷ C_{14} и сопротивления R_1 ÷ R_{13}, монтируются на гвоздиках (рис. 1, 7 и 9). Такой монтаж предохраняет детали от вибрации при работе мотора. Крепление лампы и транзисторов производится за счет пайки их гибких выводов непосредственно к гвоздикам.

При монтаже деталей на плате *нужно строго придерживаться монтажной схемы*, приведенной на рисунке 7. Из этого рисунка видно: на плате со стороны деталей не делается никаких соединений между гвоздиками, а все необходимые соединения выполняются с обратной стороны платы медным проводом диаметром 0,4÷0,5 *мм* в хлорвиниловой изоляции (рис. 7). Монтаж на гвоздиках не только обеспечивает необходимую жесткость и исключает ошибки и путаницу при монтаже, но также и позволяет при надобности легко производить замену деталей.

Монтаж приемника следует вести очень осторожно. Это особенно важно при пайке: малейшее неправильное движение паяльника может повредить детали и сжечь изоляцию проводов. На все транзисторы перед их монтажом в схему надеваются кусочки хлорвиниловой трубочки (рис. 9*г*), которая исключает возможные замыкания корпуса транзистора с монтажными гвоздиками. На электролитические конденсаторы C_7, C_9, C_{11}, C_{12}, C_{13} также необходимо надеть хлорвиниловые трубочки.

Каркас катушки колебательного контура вытачивается из плексигласа или полистирола (рис. 9). Сердечник вытачивается из алюминия. Между сердечником и каркасом (для избежания самопроизвольного вывинчивания при работающем моторе) вставляются кусочки резины сечением 1×1 *мм*. Катушка контура наматывается медным проводом ПЭ-0,4 по 9,5 витка в две секции с выводом от средней точки. Намотка витков в обеих секциях производится в одну и ту же сторону. Средний вывод катушки и ее концы закрепляются в отверстиях, просверленных в ребрах каркаса.

Наиболее трудной в изготовлении деталью является трансформатор блокинг-генератора $Тр_1$. Сердечник трансформатора изготовляется из пермаллоевой ленты сечением 5×0,05 *мм* в виде тороида с внутренним диаметром 8 *мм* и внешним диаметром 12 *мм*. Полученный тороид обматывается лакотканью. Обмотка *I* имеет 200 витков провода ПЭ-0,15, обмотки *II* и *III* — соответственно 100 и 350 витков того же провода. Особое внимание при намотке трансформатора следует обратить на заделку выводов. Выводные концы лучше всего делать из того же провода, каким производится намотка трансформатора, складывая его в четыре или восемь раз с последующим скручиванием. При этом выводной конец закрепляется обычным способом и продолжается дальнейшая намотка. Такой способ заделки выводных концов полностью исключает отказы аппаратуры в работе из-за обрывов выводов. После намотки трансформатор покрывается нитролаком, тщательно просушивается и обертывается лакотканью. Крепится трансформатор к плате обычным винтом с гайкой М2 — 2,6 *мм*.

Транзисторы $T_1 \div T_4$ перед монтажом на плате должны быть проверены на тестере и иметь коэффициент усиления по току в пределах 40 ÷ 100, а ток коллектор — эмиттер при заземленной базе — не более 30 *мка.*

Лампа 1П3Б может быть заменена лампой 1П2Б, но при этом сопротивление R_2 должно быть уменьшено до 60 *ом.* В качестве дросселя *Др* может быть использован как самодельный высокочастотный дроссель, так и готовый дроссель с индуктивностью 40 ÷ 100 *мкгн.*

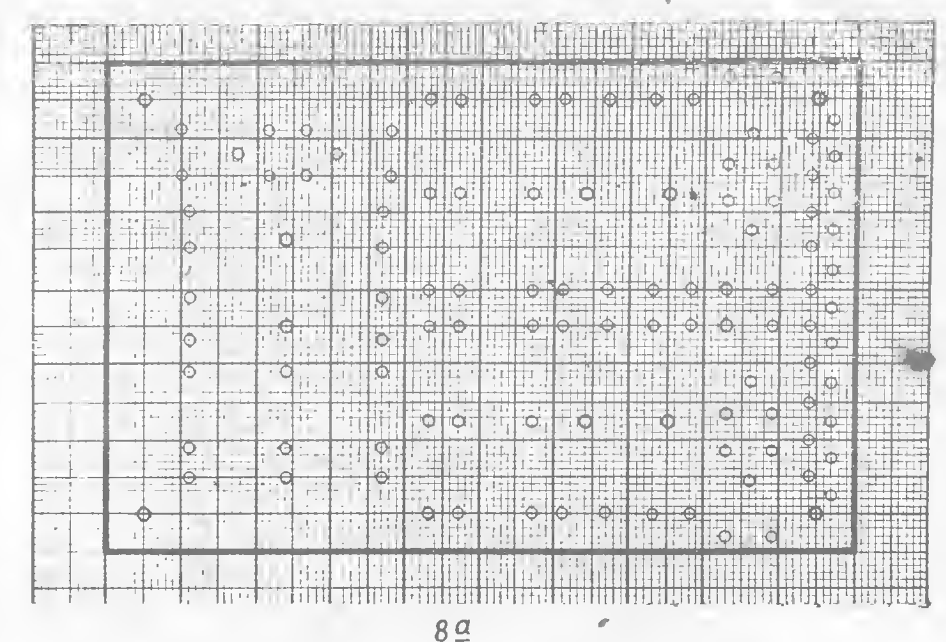
Плата, на которой монтируется дешифратор, изготовляется по чертежу, приведенному на рисунке 8. Монтаж деталей на плате производится точно так же, как и монтаж платы приемника.

Сборочный чертеж обеих плат аппаратуры показан на рисунке 9*а*. Монтаж деталей на плате (рис. 9*б* и 9*г*) производится точно так же, как и монтаж платы приемника.

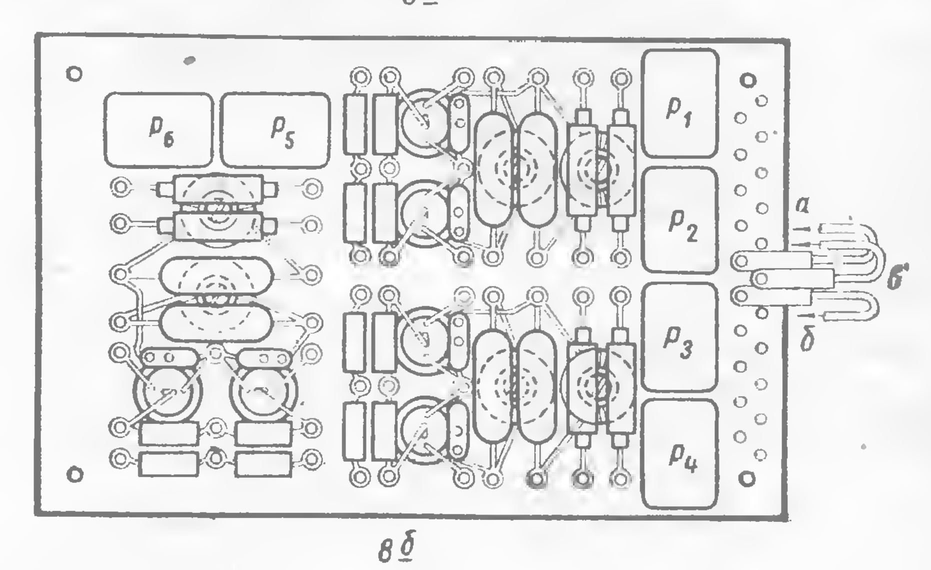
Реле $P_1 - P_6$ перед установкой на плату несколько переделываются. Переделка сводится к тому, что уменьшается натяжение пружины якоря так, чтобы реле надежно срабатывало при напряжении 2,5—3 *в.*

Катушки селективных реле $L_1 - L_6$ наматываются на тороидальных кольцах из феррита. В качестве сердечников могут быть использованы любые ферритовые кольца с магнитной проницаемостью М = 1 000—3 000 и с наружным диаметром 10—13 *мм.* Для облегчения распознания марки феррита на сердечник масляной краской наносятся точки или полоски. Так, например, для ферритов марки «оксифер» используются маркировочные знаки (см. таблицу 1).

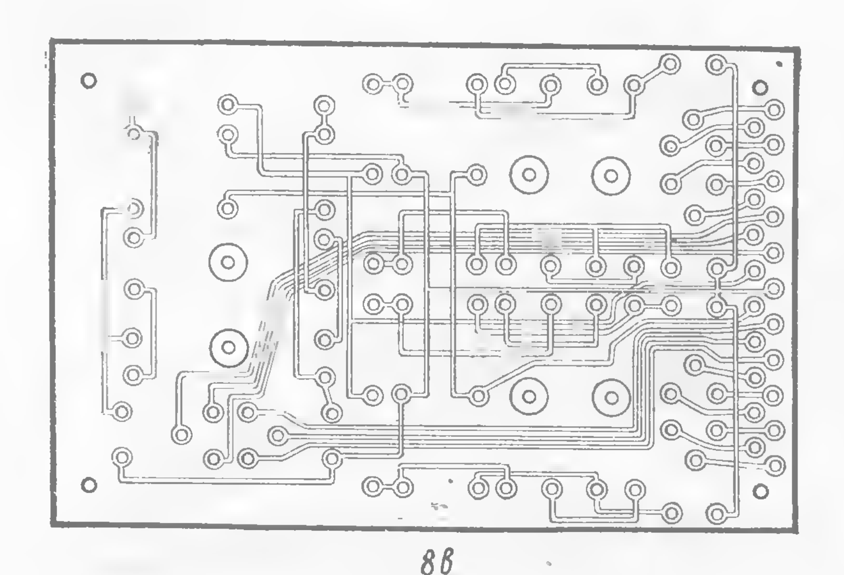
Катушки L_1—L_6 наматываются проводом ПЭ-0,06 внавал и должны иметь примерно следующие индуктивности: L_1 — 1,2 *гн*, L_2 — 1,0 *гн*, L_3 — 0,7 *гн*, L_4 — 0,5 *гн*, L_5 — 0,3 *гн*, L_6 — 0,2 *гн*. Измерение индуктивностей в заданном диапазоне очень удобно производить прибором «А4М» или мостом «УМ-2». Наибольшую трудность представляет намотка катушек с индуктивностью 1,2—0,7 *гн*. При этом необходимо наматывать до 1 000 витков (до заполнения). Но и этого в случае низкой проницаемости сердечни-



8а



8б



8в

Рис. 8. Детали приемника.

Таблица 1

Марка феррита	μ_o	Маркировочный знак
М-3 000	2 600—3 500	Буквы М3 красного цвета
М-2 000	1 800—2 400	Буквы М2 красного цвета
Оксифер 2 000	1 800—2 400	Две белые полосы
„ 1 000	800—1 200	Одна белая полоса
„ 600	550—600	Две желтые полосы
„ 400	300—400	Четыре красные полосы
„ 200	180—220	Две красные полосы
„ Р-4-50	45—55	Две голубые точки
„ Р-4-15	14—16	Две красные точки

ков может оказаться недостаточно, так что приходится склеивать 2—3 сердечника вместе. Подгонку индуктивностей катушек лучше всего производить на отдельно собранном макете схемы (рис. 3) по заданным резонансным частотам.

При намотке особое внимание следует обратить на заделку концов (так же, как и у трансформатора блокинг-генератора). После подгонки индуктивностей катушки тщательно обматываются лентой из лакоткани.

Все детали, включая конденсаторы и сопротивления, должны быть малогабаритными. Конденсаторы рекомендуется применять типа КТК, КДС, КДК, МБМ, БМ и ЭМ, а сопротивления — МЛТ-0,5 или УЛМ-0,12. Отклонения в величинах конденсаторов и сопротивлений на ± 20% от указанных на электрической схеме не повлияют на работу приемника. В качестве диодов $Д_1$—$Д_8$ могут быть использованы любые точечные диоды типа Д2 или Д9, имеющие прямое сопротивление 20—100 *ом*, а обратное — не менее 0,5 *мом*. Сборочный чертеж обеих плат аппаратуры показан на рисунке 9 а.

НАЛАЖИВАНИЕ ПРИЕМНИКА

Прежде чем приступить к налаживанию приемника, необходимо убедиться в исправности источника питания («КБС-0,5») а также подводящих проводов. Батарея должна быть обязательно свежей. Свежая батарея, нагруженная на сопротивление 10 ÷ 15 *ом*, должна давать напряжение не менее 4,3 *в*.

Измерять все напряжения и токи можно тестером типа «ТТ-1» или «АВО-5».

Только убедившись в исправности источника питания и в правильности его подключения к приемнику, можно перейти к дальнейшему налаживанию аппаратуры. Следует помнить, что если налаживание приемника затянется, то через каждые 60—90 мин. надо повторять измерения напряжения источника питания.

Налаживание приемника следует начинать с проверки работы селективных реле. Первым проверяется селективное реле первого канала управления ($f_{1\ рез} = 450$ *гц*), для чего на вход платы дешифратов подается синусоидальный сигнал с напряжением по амплитуде 2 *в*. Гвоздики *а* и *б* платы (рис. 6) подключаются к выходу звукового генератора типа «ЗГ-10» или любого другого звукового генератора. В коллекторную цепь транзистора T_5 (между выводами реле P_1 и проводом 4,5 *в*) включается миллиамперметр со шкалой 0—30 *ма*. При отсутствии сигнала на выходе селективного реле прибор должен показывать ток 1,5—2 *ма*,

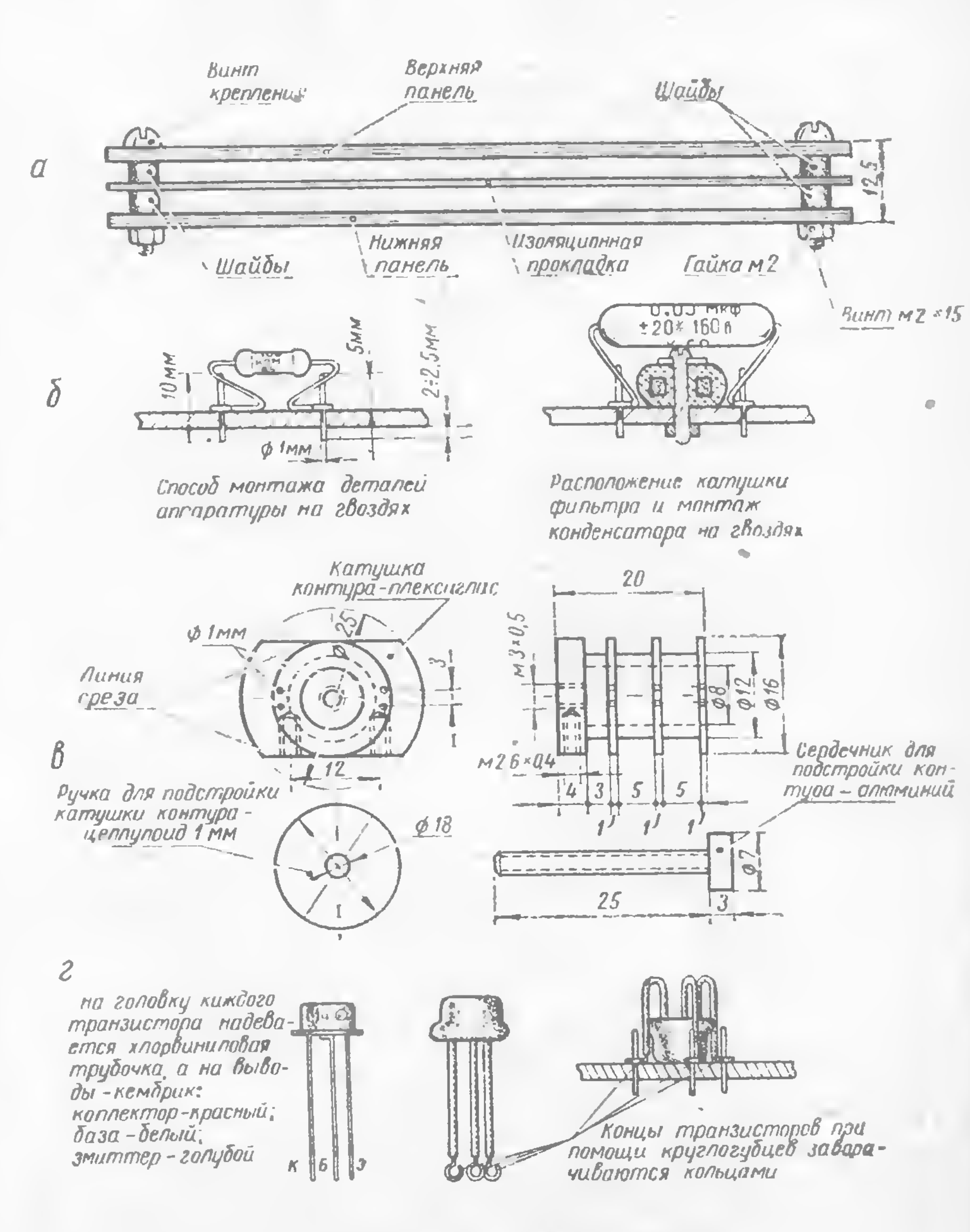


Рис. 9. Монтажная схема платы дешифратора.

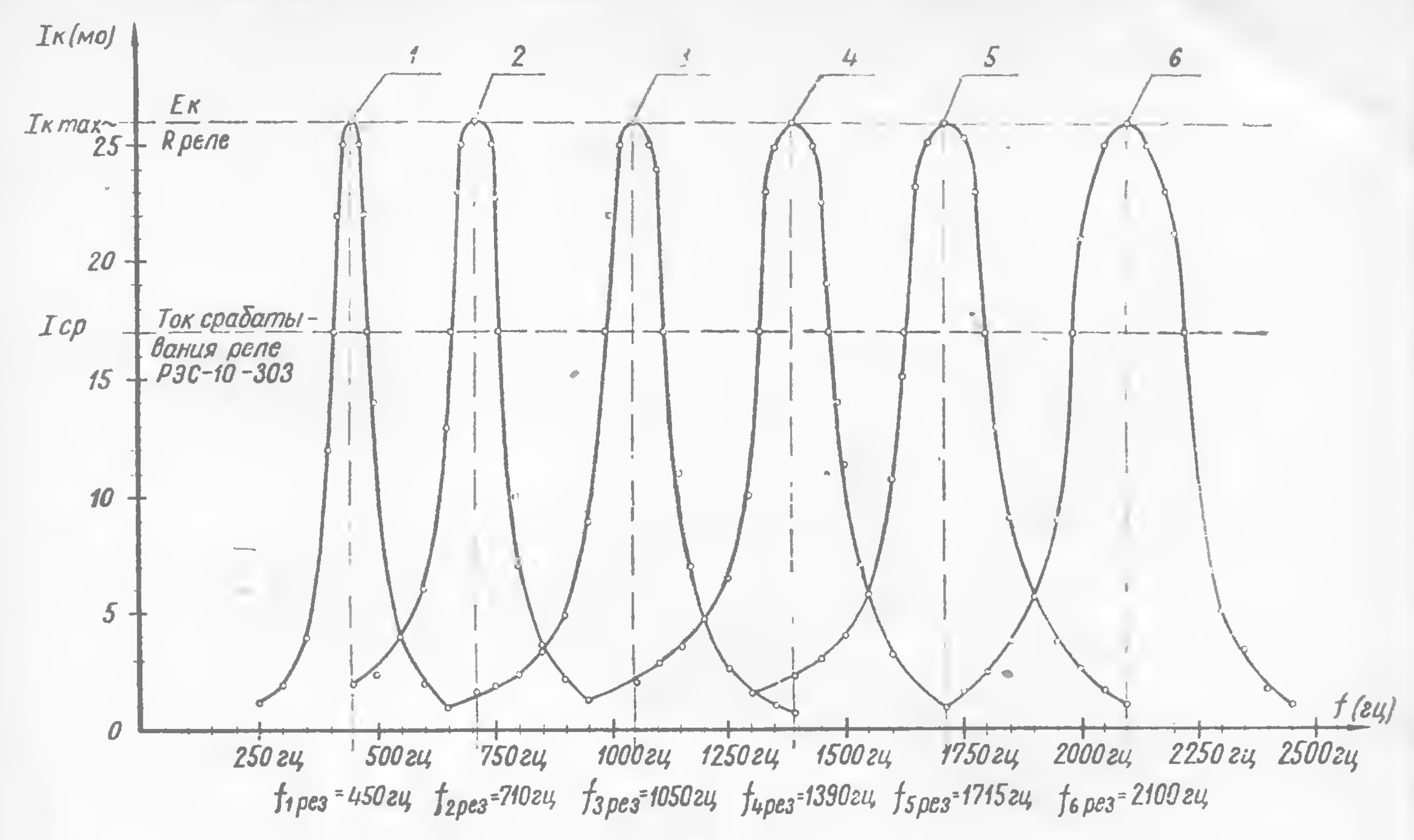


Рис. 10. Частотная характеристика селективных реле.

что характеризует исправность работы реле в статическом режиме.

Если ток значительно больше, то следует увеличивать сопротивление R_{15}. Если же ток равен току насыщения транзистора T_5, то это означает, что транзистор пробит и его следует заменить. При подключении параллельно R_{15} сопротивления в $1 \div 2$ *ком* должно срабатывать реле P_1, что говорит об исправности транзистора T_5.

Затем снимается частотная характеристика селективного реле 1-го канала, для чего фиксируются показания миллиамперметра при различных частотах сигнала от звукового генератора. Величина напряжения, подаваемого на вход селективного реле на всех частотах, должна быть равна 2 *в* амплитудного значения или 1,4 *в* эффективного значения.

Полученная кривая частотной характеристики селективного реле первого канала должна быть близка к кривой *1*, приведенной на рисунке 10. Если резонансная частота полученной частотной характеристики находится в пределах $400 \div 475$ *гц*, а перепад анодного тока равен $23 \div 25$ *ма*, то дальнейшей наладки каскад не требует. При больших отклонениях резонансной частоты следует соответственно изменить число витков катушки индуктивности L_1. Точная подгонка резонансной частоты производится подбором конденсатора C_{15}. Из 10—15 конденсаторов одного и того же номинала всегда можно подобрать конденсатор с нужной емкостью в пределах $\pm 20\%$ от номинала.

Налаживание селективных реле остальных каналов управления производится в той же последовательности, как уже было описано, с той лишь разницей, что требуется более тщательная подгонка их резонансных частот соответственно кривым, приведенным на рисунке 10.

Налаживание приемной платы следует начинать с проверки работы схемы преобразователя напряжения. Для этого провод, идущий от конденсатора фильтра C_{13} (рис. 6), отсоединяется, преобразователь нагружается на сопротивление $R_н = 47$ *ком* и на нем измеряется напряжение. Если напряжение отсутствует, то следует еще раз проверить правильность монтажа схемы, после чего поменять концы подключения коллекторной обмотки трансформатора (обмотка I). Если напряжение имеет полярность, обратную обозначенной на схеме рисунка 6, то следует поменять полярность подключения диода $Д_1$. При правильной работе преобразователя напряжение на его выходе (при $R_н = 47$ *ком*) должно быть $50 \div 55$ *в*, в противном случае следует подобрать величину сопротивления R_{13}, которая в зависимости от β и $I_к$ транзистора T_4 может иметь значение от 2 до 10 *ком*.

Налаживание сверхрегенеративного каскада следует начинать с проверки напряжения накала лампы $Л_1$. При включенном тумблере *Вк* нить накала лампы должна светиться, а напряжение точки *4* по отношению к проводу «земля» — быть равным 1,3—1,5 *в*. Анодное напряжение в точке *5* по отношению к проводу «земля» должно составлять 50—55 *в*. Налаживание сверхрегенеративного каскада в основном сводится к подбору величины сопротивления R_4, для чего к точкам *1—1* подключается осцилло-

граф типа «ЭО-7», а сопротивление R_4 заменяется на переменное сопротивление 0,2—0,33 *Мом*. При сопротивлении $R_4=30 \div 40$ *ком* на осциллографе (частота развертки равна $20 \div 50$ *гц*) хорошо просматривается напряжение частоты гашения, промодулированное «суперными шумами». При увеличении сопротивления R_4 амплитуда частоты гашения будет уменьшаться, в то время как «суперные шумы» будут увеличиваться, что говорит об увеличении чувствительности приемника.

При дальнейшем увеличении R_4 режим сверхрегенерации срывается и приемник резко теряет чувствительность. Окончательная величина сопротивления R_4 берется на 20—30% меньше сопротивления, при котором произошел срыв генерации.

В налаженном приемнике напряжение полезного сигнала на выходе фильтра должно составлять $40 \div 80$ *мв*. Измерение напряжения на выходе цепочки R_3C_6 следует производить ламповым милливольтметром типа «МВЛ-2» или осциллографом «ЭО-7», калибруя последний по звуковому генератору.

Эмиттерный повторитель T_1 и каскад усиления напряжения T_2 при отсутствии ошибок в монтаже регулировки не требуют.

Налаживание ограничителя напряжения T_3 сводится к подбору величины сопротивления R_9, для чего на его вход (точки 2—2) подается напряжение от звукового генератора типа «ЗГ-10» и снимается амплитудная характеристика. Величина сопротивления R_9 берется такой, чтобы ограничение сигнала одновременно наступало как сверху, так и снизу. При подаче на ограничитель напряжения больше 150 *мв* напряжение на его выходе должно равняться 2 *в* амплитудного значения.

Окончательная наладка приемника производится от сигнал-генератора типа «СГ-1». При подаче на вход приемника сигнала с частотою $27 \div 29$ *Мгц*, промодулированного звуковым тоном, равным одной из резонансных частот селективных реле, должно срабатывать соответствующее реле P_1—P_6. Если реле срабатывает недостаточно четко, то следует несколько уменьшить сопротивления R_{14}, R_{16}, R_{18}, R_{20}, R_{22}, R_{24}. Чувствительность хорошо налаженного приемника равна 5—10 *мкв*, что при мощности передатчика 0,25 *вт* обеспечивает надежную работу аппаратуры в радиусе до 1,5 *км*. Антенна приемника изготовляется из куска многожильного провода в хлорвиниловой изоляции сечением 0,14—0,2 *мм²* и длиной 60—100 *см*. Хорошо налаженная приемная аппаратура надежно работает при понижении напряжения питания до 3,5 *в*.

ПЕРЕДЕЛКА ПЕРЕДАТЧИКА «РУМ-1»

При использовании передатчика «РУМ-1» надо расширить диапазон генерации модуляторного каскада передатчика со стороны высоких частот, так как максимальная частота, генерируемая его блокинг-генератором, ограничивается 500—600 *гц*. Причем, начиная с 500 *гц* амплитуда на выходе модулятора резко падает, что приводит к уменьшению коэффициента модуляции несущей частоты, то есть к уменьшению выходной мощности передатчика. Для расширения диапазона генерируемых частот до 2 000 *гц* конденсатор C_6 — КБГИ-0,1 (рис. 11) отключается, а взамен конденсатора C_7 впаивается конденсатор КБГИ-0,01. В пульте управления необходимо заменить сопротивление R_7 — R_{18} согласно схеме рисунка 11.

Если при работе аппаратуры

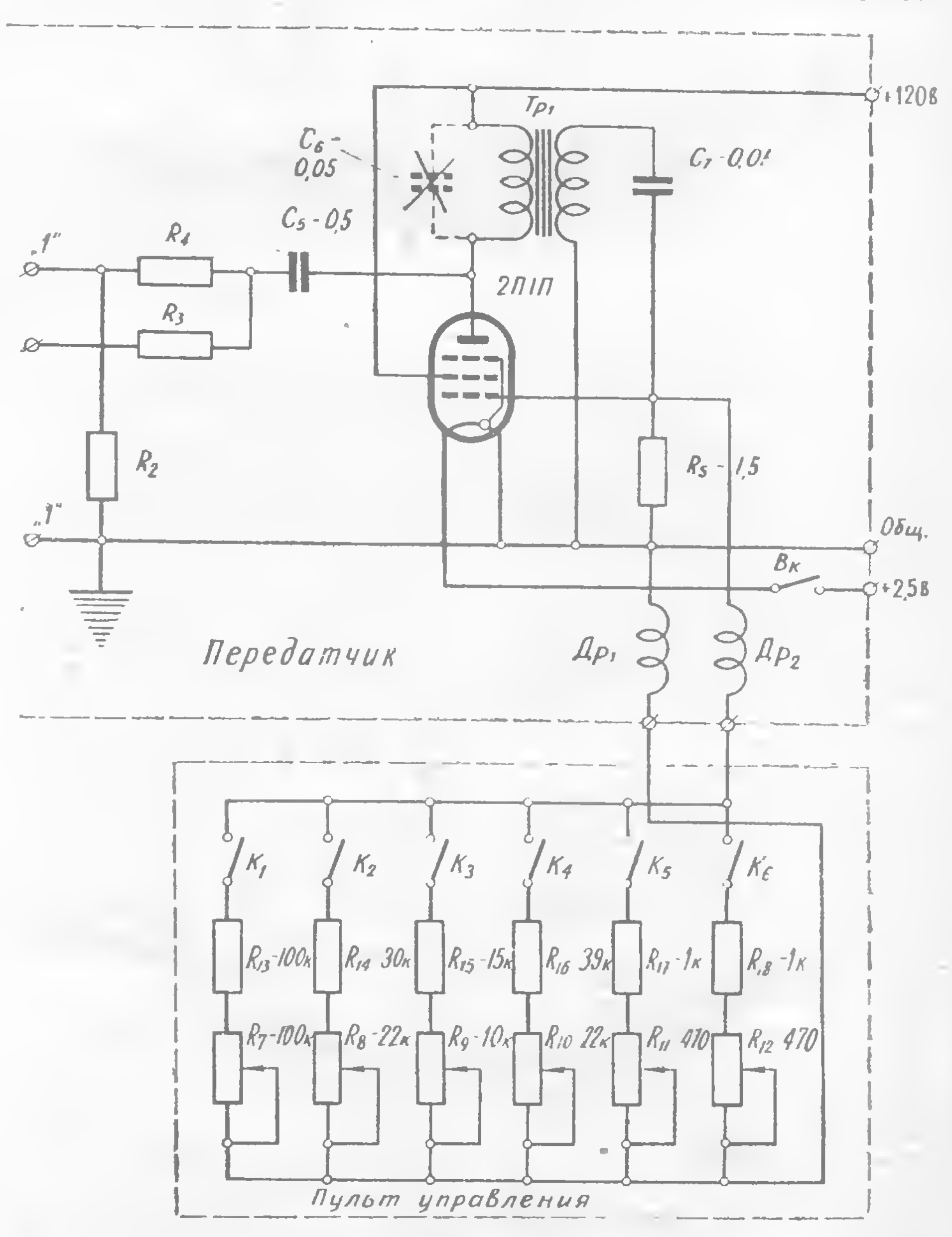
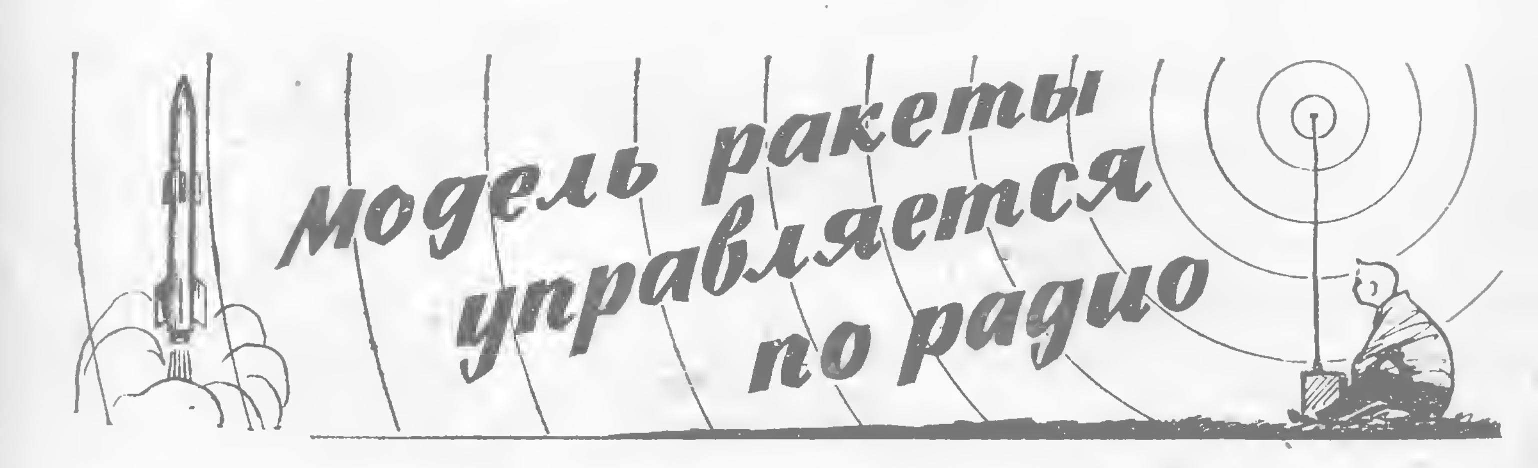


Рис. 11. Электрическая схема модулятора от передатчика «РУМ-1».

«РУМ-1» приходится часто подстраивать частоты модулятора, для чего сопротивления $R_7 - R_{12}$ выведены под шлиц на пульте управления, то при работе передатчика «РУМ-1» с шестиканальным приемником на *LC*-фильтрах *никакой подстройки в полевых условиях не требуется.*

Подстройка частот модуляции сопротивлениями $R_7 - R_{12}$ производится только в лабораторных условиях при налаживании аппаратуры, после чего эти сопротивления контрятся.

Канал *1* пульта управления настраивается на резонансную частоту селективного реле 1-го канала ($f_{1\,рез} = 450$ *гц*), для чего из передатчика вынимаются лампы задающего генератора. Напряжение с точек *1—1* подается на вертикальный вход осциллографа. На горизонтальный вход подается напряжение от звукового генератора и по «фигуре Лиссажу» определяется частота генерации модулятора. Изменением сопротивления R_7 можно добиться равенства частот модулятора и резонансной частоты селективного реле 1-го канала. Если регулировкой сопротивления R_7 *равенства* частот получить не удается, то следует изменить величину сопротивления R_{18}: увеличить его — если частота модулятора выше требуемой, или уменьшить — если частота модулятора ниже требуемой. Таким же способом производится подстройка 2-го канала пульта управления для работы совместно с селективным реле 2-го канала на частоту 710 *гц*, 3-го — на частоту 1 050 *гц*, 4-го — на частоту 1 390 *гц*, 5-го — на частоту 1 715 *гц* и 6-го — на частоту 2 100 *гц*.



НЕМНОГО О НАДЕЖНОСТИ

Модель ракеты, да еще радиоуправляемая, — вещь очень интересная. Но имейте в виду, что малейшая небрежность, допущенная вами при изготовлении и наладке аппаратуры, приведет к гибели модели. Как и в большой ракетной технике, здесь прежде всего требуется надежность и еще раз надежность. Так что, как только вы от моделей кораблей и самолетов, управляемых по радио, перешли к постройке моделей радиоуправляемых ракет, надежность становится для вас задачей номер один.

Наша аппаратура представляет собой довольно сложное радиотехническое устройство, включающее в себя более 100 деталей. Выход из строя хотя бы одной из них приведет к отказу в работе всей аппаратуры. Аппаратура управления моделью ракеты должна работать в полевых условиях, где возможны резкие колебания окружающей температуры, высокая влажность, а также большие динамические воздействия. Все это делает изготовление и ее налаживание задачей довольно трудной.

Но какие бы меры по повышению качества и надежности при изготовлении и наладке аппаратуры вы ни принимали, за ней все равно потребуется уход. Лишь при правильном использовании, при своевременной профилактике и ремонте аппаратуры можно добиться безотказных полетов модели ракеты. Поэтому правильная эксплуатация аппаратуры становится для вас задачей номер два.

РАБОТА АППАРАТУРЫ

Здесь мы расскажем вам об однокомандной аппаратуре радиоуправления моделями ракет, разработанной на Центральной станции юных техников РСФСР.

В качестве передатчика может быть использован передатчик от аппаратуры «РУМ-1» или от радиоуправляемой модели планера «Ласточка». Можно взять и любой другой передатчик, работающий в диапазоне частот 27—29 *Мгц*, несущая которого при подаче команды модулируется по амплитуде звуковым тоном 200—800 *гц*, а при снятии команды излучаются немодулированные высокочастотные колебания.

Аппаратура позволяет подавать на модель одну команду, которую по желанию можно использовать или для включения второй ступени двигателей, или для выпуска парашюта, как это сделано в модели, изображенной на рисунке 1 (стр. 40).

При приеме аппаратурой командного сигнала срабатывает пиропатрон, выбивающий бумажный пыж, а за ним и парашют. Пиропатрон представляет собой металлический стаканчик (рис. 1) с донышком из дерева или гетинакса. Донышко приклеивается клеем «БФ-2». После того как клей высохнет, в донышке сверлится сквозное отверстие диаметром 2—2,5 *мм* и через него пропускаются два многожильных провода в хлорвиниловой изоляции. К концам проволок, находящимся в стаканчике, присо-

единяется кусок нихромовой проволоки диаметром 0,1 *мм* и длиной 30—40 *мм,* свернутой в спираль. Провода в донышке тщательно заделываются и заклеиваются клеем «БФ-2». После этого в стаканчик засыпается пороховая смесь и он заклеивается бумажным кружком, чтобы смесь не высыпалась (рис. 1). Если теперь к проводникам, идущим от пиропатрона, подключить батарейку «КБС-0,5», то спираль мгновенно накалится и воспламенится пороховая смесь. При проведении экспериментов с пиропатроном нужно быть очень внимательным и осторожным!

Только после того как будут изготовлены и испытаны 5—10 пиропатронов и вы добьетесь безотказного воспламенения пороховой смеси, можно устанавливать пиропатрон на модель.

На рисунке 2 приведена электрическая схема приемной аппаратуры, располагаемой на борту ракеты.

Приемник собирается на трех транзисторах. Каскад, собранный на транзисторе T_1, работает в сверхрегенеративном режиме, что обеспечивает приемнику необходимую чувствительность. Каскад представляет собою обычный высокочастотный генератор, собранный на транзисторе с заземленной базой. Частотозадающим звеном высокочастотного генератора является колебательный контур L_1C_2, настроенный на частоту 27—29 *Мгц.* Частота гашения сверхрегенератора определяется параметрами цепочки R_2C_4 и равна 60—100 *кгц.* Наилучший режим работы сверхрегенератора подбирается сопротивлением R_1, для чего его величина в процессе налаживания приемника изменяется в пределах 2—15 *ком.* При этом следует добиваться от каскада максимальной чувствительности. Ну, а если все же не удастся получить устойчивой работы сверхрегенеративного каскада, то надо несколько изменить емкость конденсатора C_3.

Напряжение полезного сигнала, выделенное сверхрегенеративным каскадом, до подачи на каскад T_2 проходит через *RC*-фильтр (R_3—C_6). *RC*-фильтр не пропускает напряжение частоты гашения на каскад T_2. В хорошо налаженном сверхрегенеративном каскаде на выходе *RC*-фильтра напряжение полезного сигнала должно быть равно 3—5 *мв* (при изменении напряжения питания от 3,5 до 4,5 *в*).

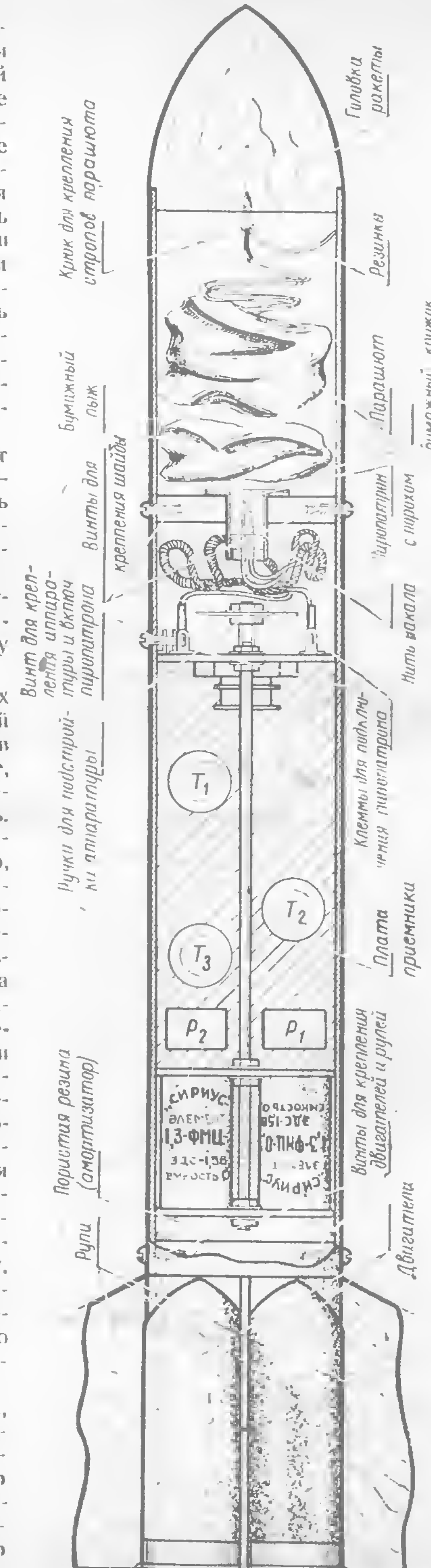


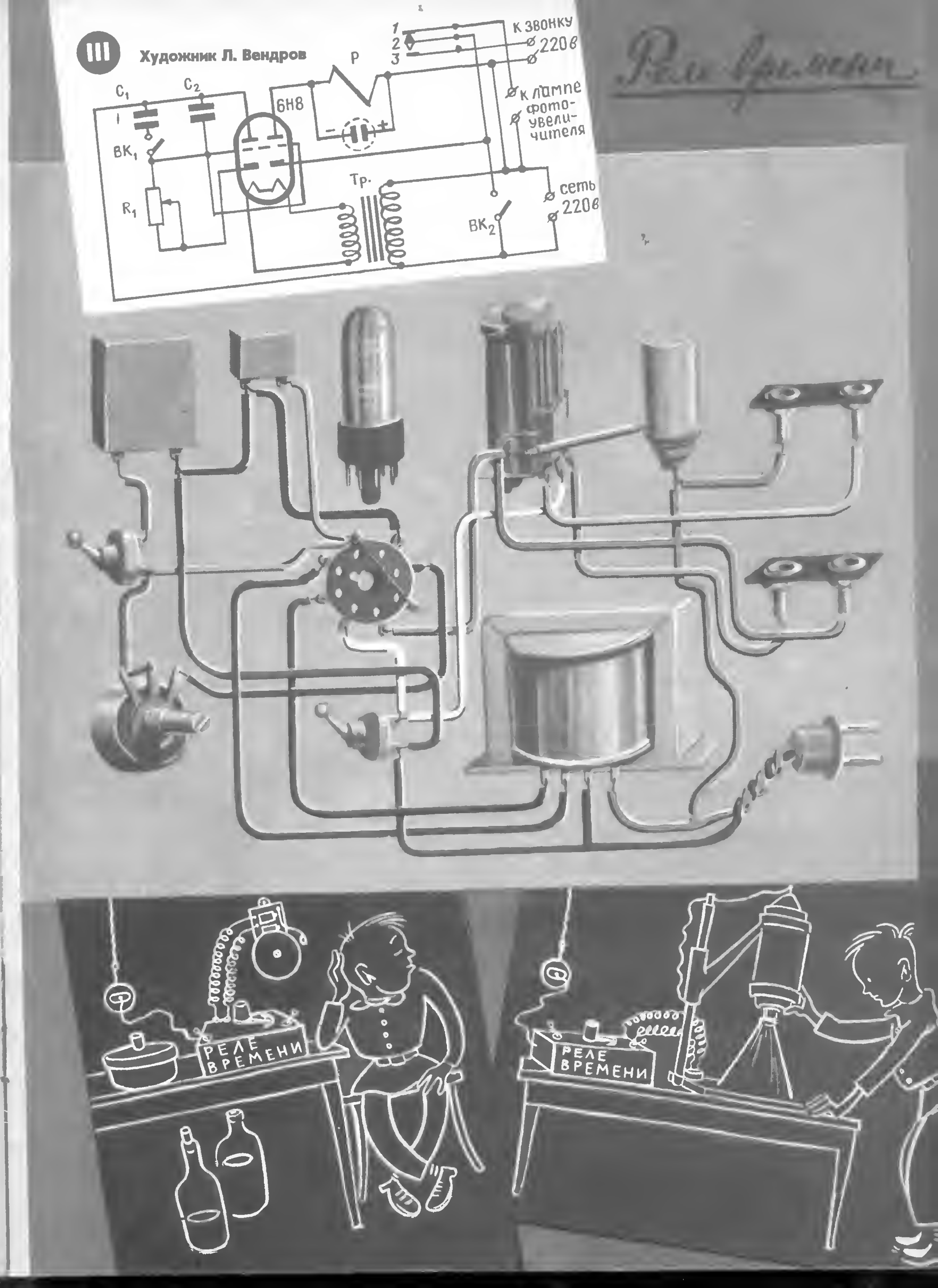
Рис. 1. Компоновка аппаратуры в ракете.

Каскад, собранный на транзисторе T_2, представляет собой обычный усилитель напряжения, обеспечивающий усиление полезного сигнала в 10—15 раз.

Напряжение, снимаемое с нагрузки усилителя напряжения R_6 через разделительный конденсатор C_9, подается на выход электронного реле, собранного на транзисторе T_3. Полезный сигнал, поданный на базу транзистора, усиливается каскадом, выпрямляется с удвоением по напряжению на $Д_1$, $Д_2$, C_{12} и по цепи положительной обратной связи R_8 подается снова на базу транзистора. При отсутствии полезного сигнала транзистор подзаперт, и через него должен течь ток 1—2 *ма.* При поступлении полезного сигнала транзистор открывается, обеспечивая перепад тока в обмотке реле P_1 в 20—25 *ма,* что позволяет добиться надежного срабатывания реле.

В нашей аппаратуре приемник и пиропатрон питаются от одной и той же батареи питания («ФБС-1,5×3»). При этом при срабатывании реле P_1 и включении цепи пиропатрона напряжение питания может упасть до 2—2,5 *в,* что сорвет режим сверхрегенерации. Поэтому при приеме аппаратурой командного сигнала, реле P_1 будет «зуммерить». Для того чтобы исключить это паразитное явление, параллельно цепи пиропатрона включается реле P_2, которое при срабатывании блокирует само себя, обеспечивая надежное включение пиропатрона.

На случай, если аппаратура все же откажет, параллельно контактам реле P_2 включен ртутный прерыватель. Ртутный прерыватель представляет собою запаянную с обоих концов стеклянную трубочку, куда налита (до половины) ртуть. В трубочку впаяны два проволочных контакта. Положение ртутного прерывателя нормально, когда ртуть не заливает проволочных контактов и их цепь в трубочке разомкнута. Если трубочку повернуть на 180° (это будет, когда ракета возвращается к земле), ртуть зальет и замкнет контакты, что обеспечит включение цепи пиропатрона. Такой ртутный прерыва-


III
Художник Л. Вендров
Реле времени
к звонку
220 в
к лампе фотоувеличителя
сеть
220 в
6Н8
Р
Тр.
С1
С2
ВК1
ВК2
R1
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

РАДИОУПРАВЛЯЕМАЯ МОДЕЛЬ ВЕРТОЛЕТА



Художник Г. Малиновский

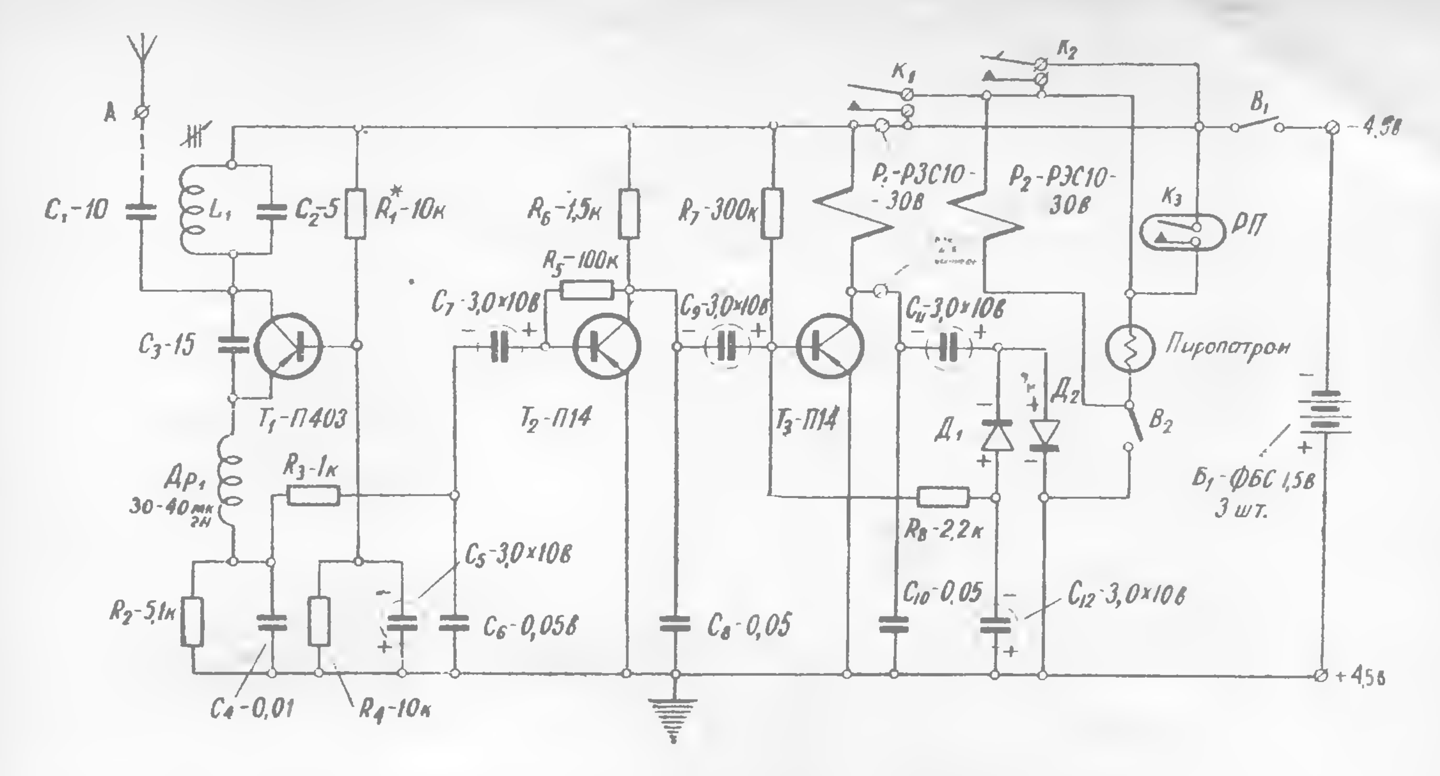


Рис. 2 Электрическая схема приемной аппаратуры.

тель можно сделать самому по рисунку 3.

Антенной приемника служит кусок многожильного провода в хлорвиниловой изоляции длиной 40—50 *см*, который свисает с ракеты. При такой антенне с передатчиком мощностью 0,25 *вт* обеспечивается надежная связь в радиусе 250—300 *м*. Если же этой дальности действия окажется недостаточно, то следует в схему рисунка 2 включить еще один каскад усиления напряжения (такой же, как и T_2).

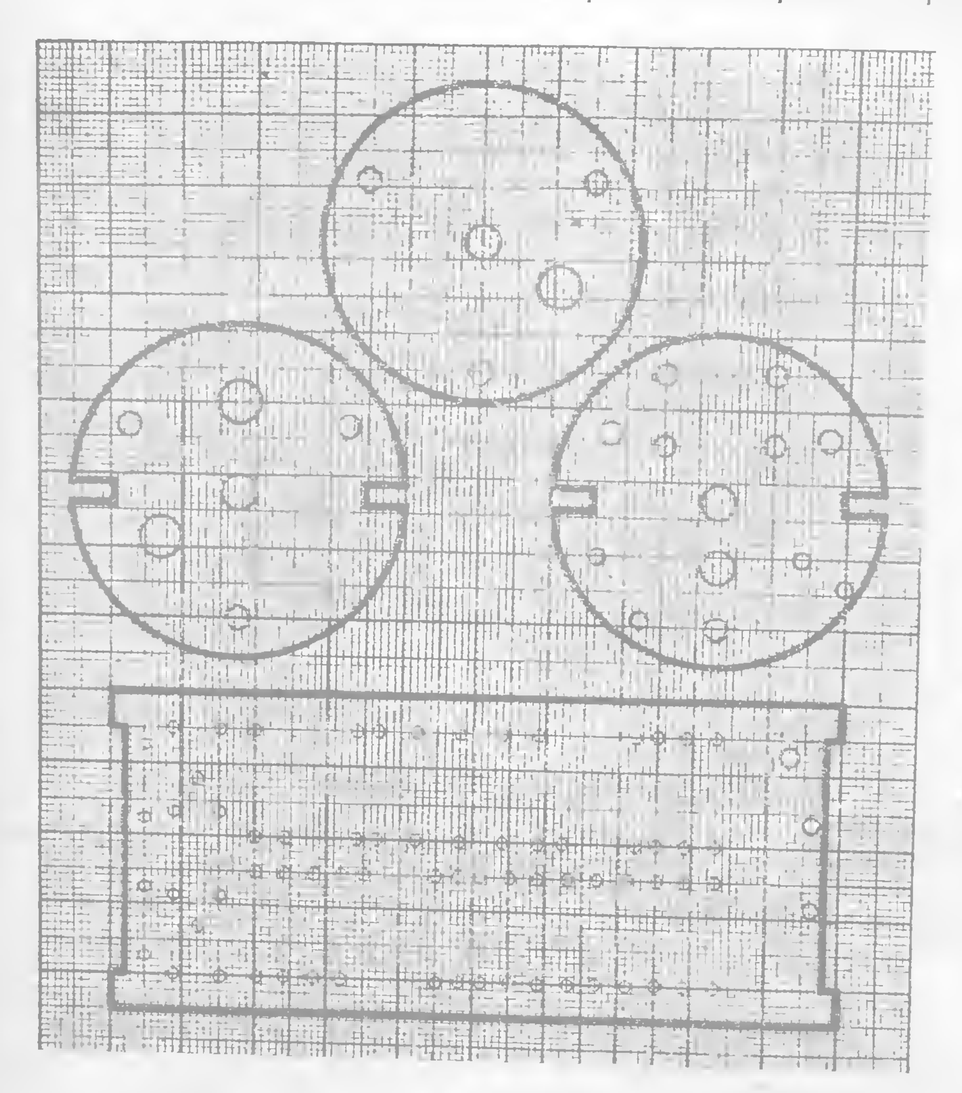


Рис. 4 Чертеж платы и дисков каркаса.

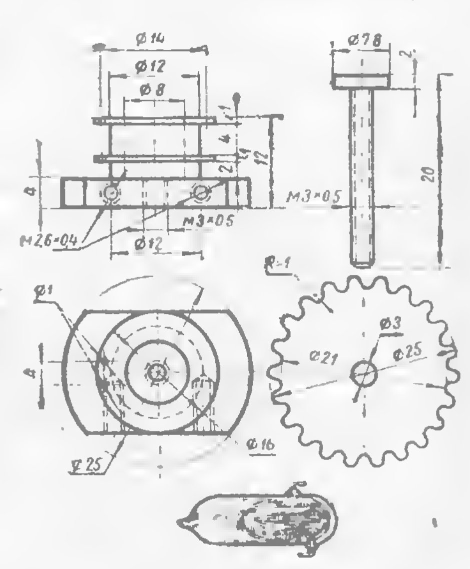
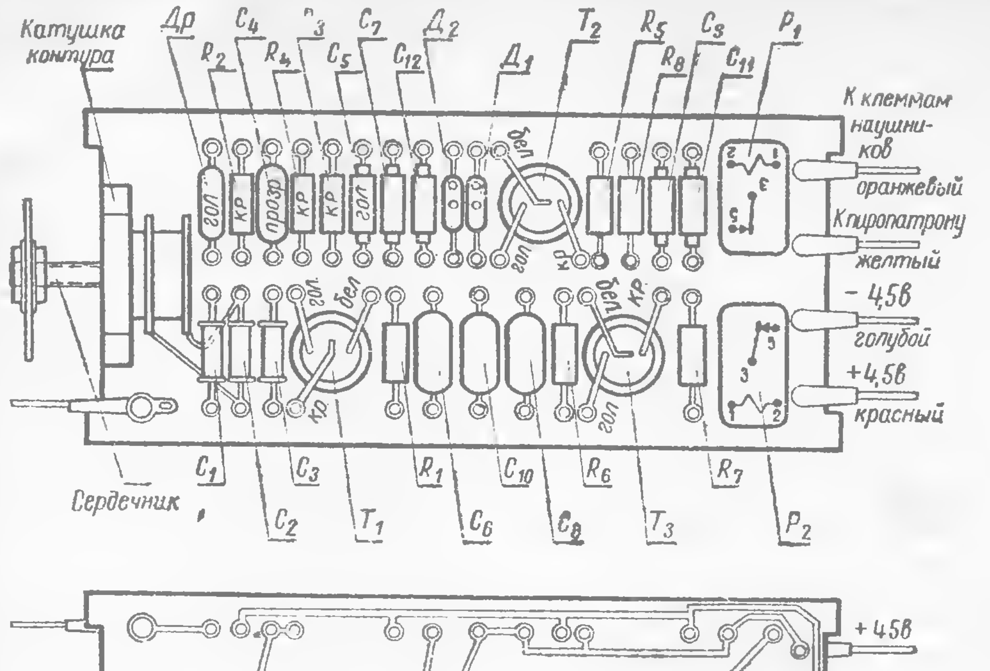


Рис. 3. Детали колебательного контура и пиропатрон.



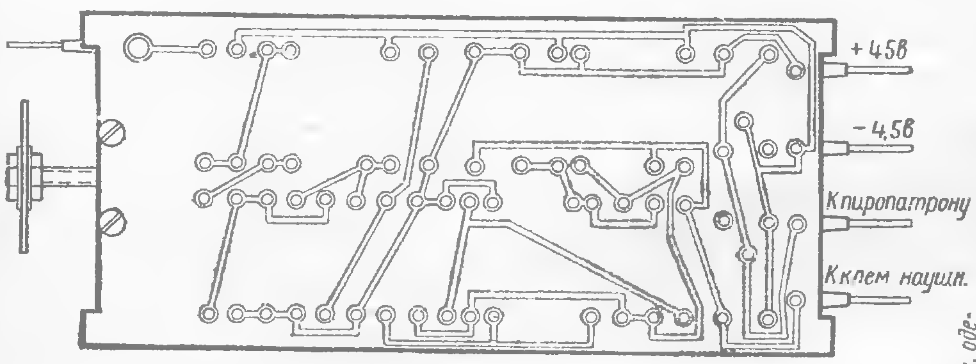


Рис. 5. Монтажные схемы приемника со стороны деталей и соединительных проводников.

Питается приемная аппаратура от трех элементов «ФБС-1,5», включенных последовательно. Выключатель $Вк_1$ служит для включения приемника, а выключатель $Вк_2$ — для включения цепи реле P_2 и пиропатрона.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ АППАРАТУРЫ

Приемник монтируется на гетинаксовой плате размером 45×100 *мм*, толщиною 2—2,5 *мм* (рис. 4). Все детали крепятся на гвоздиках, что обеспечивает монтажу необходимую жесткость. Вся технология и последовательность монтажа аппаратуры подробно описана в предыдущей статье «Шестиканальная аппаратура радиоуправления моделями».

При монтаже деталей нужно обязательно придерживаться монтажной схемы на плате, приведенной на рисунке 5. Пиропатрон монтируется на плате со стороны соединительных проводников обязательно в вертикальном положении.

Каркас катушки колебательного контура и сердечник подстройки вытачиваются по чертежу рисунка 3. Катушка делается из плексигласа, сердечник — из алюминия. Катушка наматывается проводом ПЭ-0,4 (8 витков).

Плата приемника после окончания монтажа вставляется в общий каркас (рис. 6), что обеспечивает конструкции необходимую жесткость. В нижнем отсеке каркаса располагаются источники питания («ФБС-1,5×3»). Чертежи дисков каркаса даны на рисунке 4. Каркас стягивается тремя шпильками, сделанными из стальной проволоки диаметром 3 *мм* с резьбой на концах. На верхнем диске выведены ламельки для подсоединения телефонных трубок (при контроле перед стартом ракеты) и ламельки для подсоединения пиропатрона. Кроме того, имеются два винта с гайками, которые являются выключателем $Вк_1$. Когда между этими винтами зажата проволока — выключатель включен. Дело в том, что расход энергии приемной аппаратурой при отсутствии командного сигнала так мал, что питание на аппаратуру можно подавать задолго до старта ракеты. Выключатель $Вк_2$ включается только перед самым стартом, для чего винт включения выведен наружу корпуса ракеты (рис. 1).

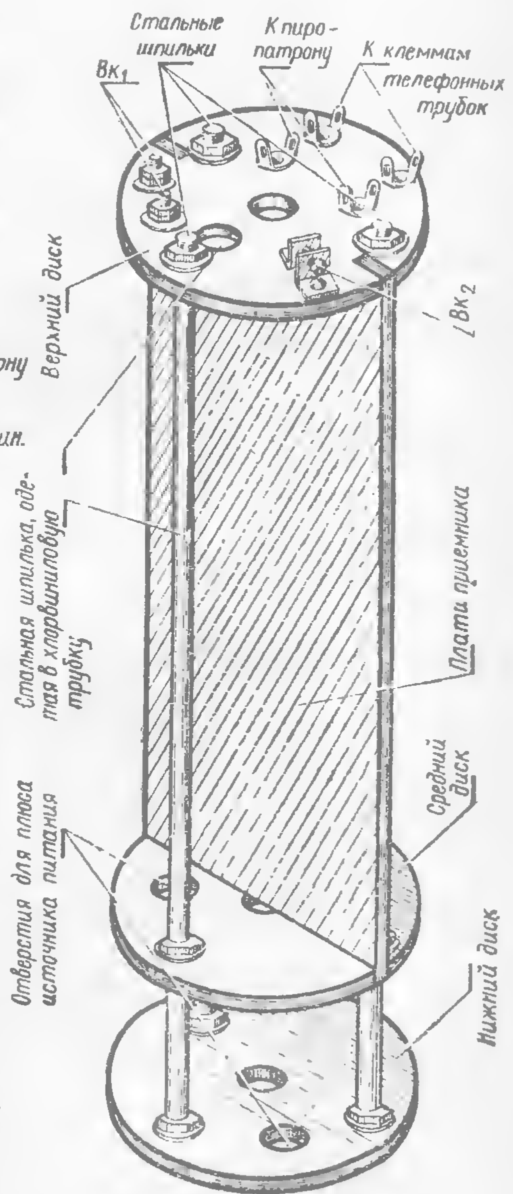


Рис. 6. Каркас аппаратуры.

Налаживание аппаратуры управления следует производить в той же последовательности и с теми же измерительными приборами, как это рекомендуется в предыдущей статье.

Ю. ОТРЯШЕНКОВ,
В. РЕЗНИКОВ

МОДЕЛЬ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ РАКЕТЫ

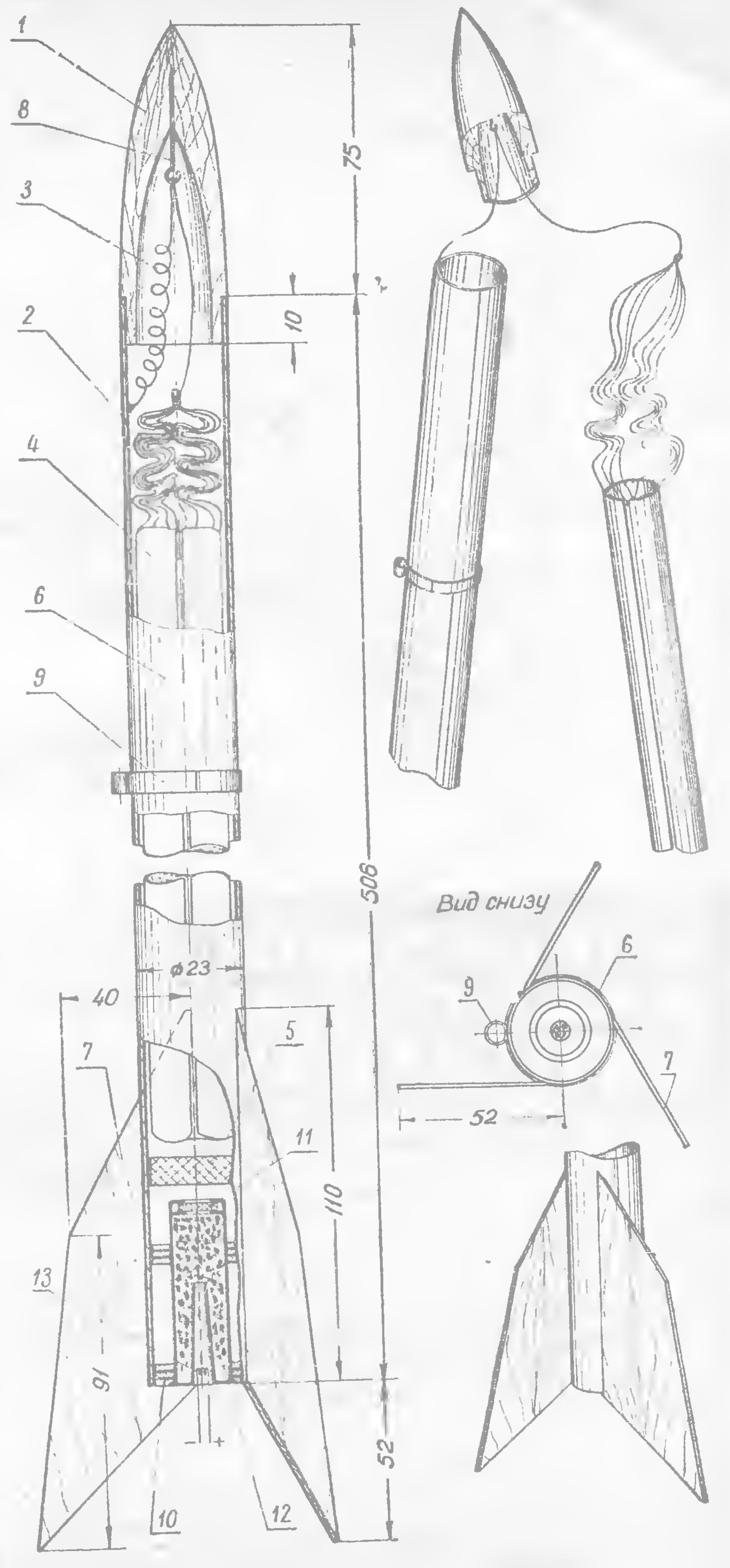
Эту модель построил в техническом кружке Краснозаводского городского дома пионеров и школьников ученик 8-го класса Володя Гробов. Володя запускал свою модель на Московских областных соревнованиях авиамоделистов 1962 года и занял призовое место: его модель продержалась в воздухе 1 мин. 2 сек.

В модели В. Гробова установлен стандартный пороховой ракетный двигатель, изготовляемый из калийной селитры, серы и угля.

Характерной особенностью модели является оригинальное устройство оперения. Оперение состоит из трех стабилизаторов, приклеенных по касательной к корпусу ракеты. Такое крепление лучше, чем те, что применялись нашими моделистами раньше: оно проще, легче, и при этом сами лопасти оперения точнее размещаются на корпусе ракеты.

Начинать постройку модели ракеты надо с выклеивания корпуса. Корпус *6* изготовляется просто. На болванку или трубку диаметром 20 *мм* и длиной 506 *мм* навертывается лист чертежной бумаги так, чтобы образовалась трубка из двух слоев бумаги. Слои склеиваются между собой жидким столярным клеем, причем надо следить, чтобы бумажный корпус не приклеивался к болванке. Для этого предварительно (до наматывания бумажной трубки) болванку нужно обернуть одним слоем папиросной бумаги. Чтобы бумажная трубка получилась плотной, поверх нее следует туго намотать резиновую нить. Когда клей высохнет, резиновая нить с трубки снимается.

Головка ракеты *1* делается из липы. Лучше всего ее выточить на токарном станке, но можно и вырезать ножом из бруска липы. Головка *1* должна легко входить в верхнюю часть корпуса на глубину 10 *мм*. Для этого у основания головки делается небольшой уступ. Во внутреннюю часть головки ракеты вставляется крючок *8*, выгнутый из стальной проволоки ОВС диаметром 1,5 *мм*. В хвостовую часть корпуса ракеты на столярном клее вставляются два одинаковых кольца *10* из фанеры толщиной 4 *мм*. Внешний диаметр этих колец — 20 *мм*, а внутренний диаметр должен быть таким, чтобы в кольца



плотно входил стандартный пороховой ракетный двигатель *12*, так как кольца *10* предназначены для его крепления. Кольца надо туго подгонять под хвостовую часть бумажной трубки. Предварительно их внешнюю окружность следует смазать столярным клеем.

Хвостовая часть корпуса на время туго обвязывается снаружи растянутой резиновой ниткой. Когда клей высохнет, резиновая нить снимается и в кольца вставляется ракетный двигатель. Поверх него надо укрепить маленький пороховой заряд *11* из черного пороха, предназначенный для выбрасывания парашютов. Стандартный ракетный двигатель в корпус ракеты должен входить полностью. Для этого потребуется несколько подрезать острым ножом нижнее кольцо *10*.

Три одинаковых стабилизатора *7* вырезаются из фанеры толщиной 2 *мм* по размерам, приведенным на рисунке. Стабилизаторы приклеиваются к хвостовой части корпуса эмалитом по касательной к плоскости бумажной трубки (вид снизу). На расстоянии 275 *мм* от носка ракеты укрепляется направляющее кольцо *9*, выгнутое из жести толщиной 0,3 *мм*. Оно плотно опоясывает бумажную трубку корпуса и образует петлю, в которую продевается деревянная пусковая стойка.

Модель снабжена двумя одинаковыми парашютами *4* из папиросной бумаги. Диаметр купола каждого парашюта — 500 *мм*. Парашюты изготовляются из длинноволокнистой бумаги обычным способом. У каждого парашюта по восемь стропов 2 из тонкого шпагата. Все стропы обоих парашютов связываются вместе, к ним прикрепляется тонкая резиновая нить *3* сечением 1×1 *мм* и длиной 200 *мм*. Противоположный конец этой нити приклеивается к внутренней стороне бумажной трубки *6* корпуса ракеты. Нить *3* надевается на крючок *8*, прикрепленный к головке.

Сборку ракеты надо производить в следующей последовательности.

Во-первых, вставить стандартный заряд в хвостовую часть корпуса, заряд должен туго удерживаться в кольцах *10*. После этого сверху в трубку корпуса ракеты вставляется пыж *5*, вырезанный из пенопласта толщиной 6 *мм*; пыж должен свободно входить в трубку корпуса. В корпус ракеты укладываются в сложенном виде два парашюта (вдоль трубки) и поверх них — стропы. Резинка *3* надевается на крючок *8*, и головка *1* вставляется в бумажную трубку *6*.

Собранная ракета кольцом *9* надевается на пусковую стойку.

Запускать двигатель можно двумя способами:

1) при помощи специального медленно горящего шнура;

2) электрозапалом от батареи или аккумулятора. Электрозапал представляет собой спираль, сделанную из тугоплавкой проволоки — константана, никелина или нихрома. Спираль *13* вставляется, как показано на рисунке, в отверстие двигателя (сопло) и соединяется с источником тока тонким проводом, имеющим промежуточный включатель.

При запуске любым из этих способов вам следует отойти от ракеты на расстояние не менее 10 *м*.

А. ГАВРИЛОВ



Для модели ракеты вам требуется изготовить пороховой двигатель. Для такого двигателя удобно использовать картонную ружейную гильзу 12-го калибра под капсюль «Жевело». Внутрь гильзы набивается смесь дисперсной серы, калийной селитры и древесного угля. Вместо древесного угля можно использовать угольные таблетки «Карболен».

Приготовление смеси и набивка ею патрона является самой сложной операцией при изготовлении модели ракеты. Каждая из составных частей этой смеси в отдельности не опасна. Так, например, селитра не горит, а сера и уголь горят очень медленно. Если же эти вещества смешать, то их свойства к воспламенению изменяются. Нам надо приготовлять смесь с большим содержанием угля, иначе она может вспыхнуть от малейшей искры. Необходимо помнить, что запуск моделей ракет — дело совершенно безопасное лишь в том случае, если вы строго соблюдаете все правила приготовления заряда двигателя и его запуска при старте модели. О них вы узнаете из этой статьи.

Смесь для двигателя модели ракеты должна состоят из 75 *г* селитры, 12 *г* серы и 35 *г* угля. Предварительно, до смешивания, все компоненты должны быть тщательно размельчены в порошок в фарфоровой ступке либо в кожаном мешочке. Образовавшийся порошок следует просеять через мелкое сито. Чем мельче крупинки составных частей, тем полнее будет использоваться энергия топлива для полета ракеты.

Начинать приготовление заряда надо с угля, а затем готовить селитру и серу. Уголь и селитра обладают способностью впитывать влагу, поэтому готовый состав следует хорошо просушить до сыпучести и сохранять в сухом месте. Когда подготовка отдельных составных частей закончена, можно приступать к взвешиванию и смешиванию. Взвешивать полученный порошок каждой составной части надо на аптекарских весах и подгонять вес составных частей в соответствии с указанным выше весом (75, 12, 35 *г*). После взвешивания смесь тщательно перемешивается на листке бумаги, пока весь состав не будет однороден. Затем перед набивкой эту смесь смачивают

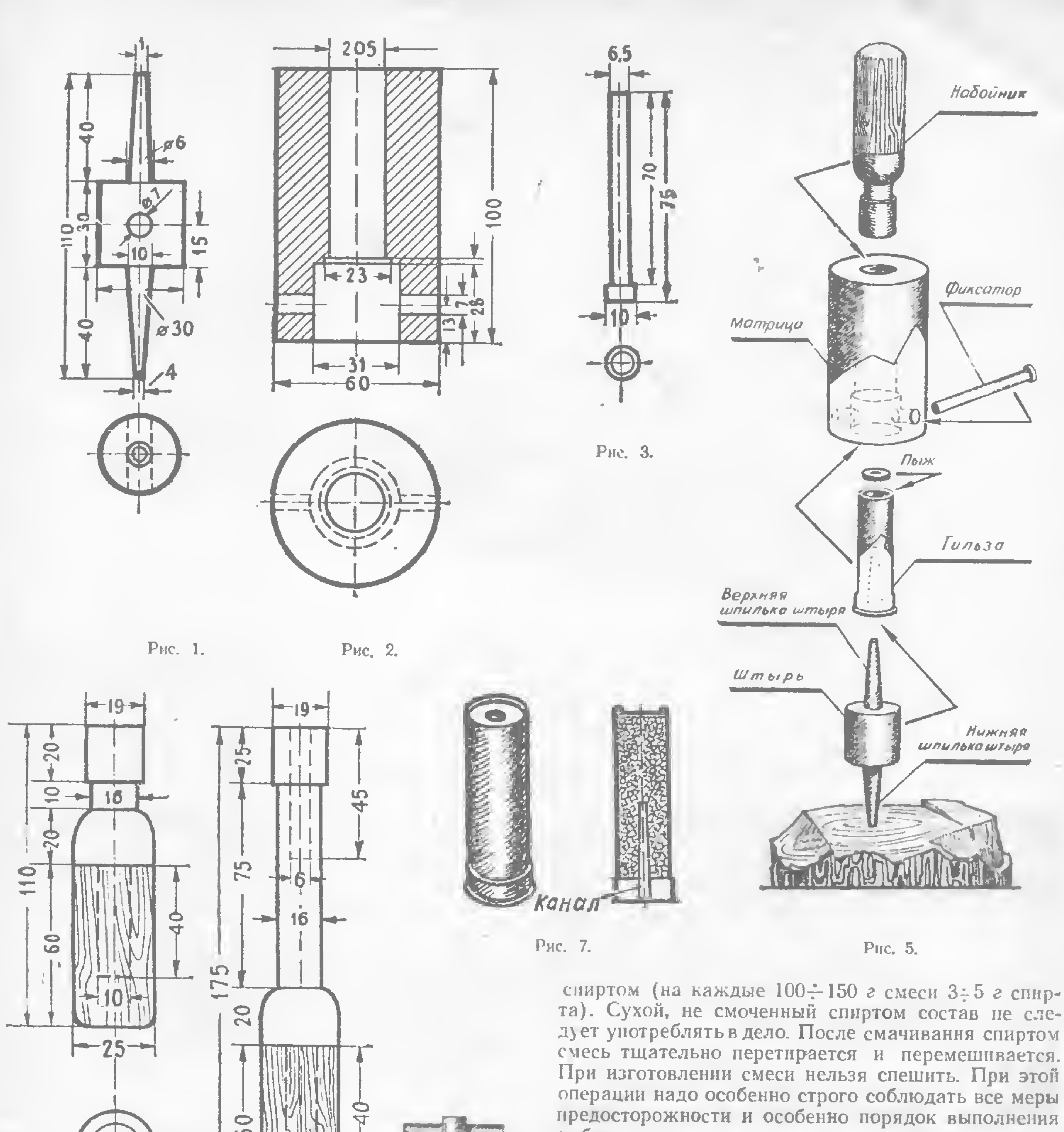


Рис. 1. Рис. 2. Рис. 3. Рис. 4. Рис. 5. Рис. 6. Рис. 7.

спиртом (на каждые 100÷150 г смеси 3÷5 г спирта). Сухой, не смоченный спиртом состав не следует употреблять в дело. После смачивания спиртом смесь тщательно перетирается и перемешивается. При изготовлении смеси нельзя спешить. При этой операции надо особенно строго соблюдать все меры предосторожности и особенно порядок выполнения работ.

Для того чтобы приготовленной смесью набить гильзу, необходимо заготовить следующие приспособления: штырь (рис. 1), матрицу (рис. 2), фиксатор (рис. 3), молоток весом 400 г, два набойника — один с отверстием (рис. 4, справа), другой без него (слева) и охотничью «закрутку» (рис. 6). Закрутку можно купить в магазине охотничьих принадлежностей. В матрицу вставляется гильза, в которую снизу вводится штырь, закрепляющийся в матрице фиксатором. Поверхность верхней шпильки штыря должна быть тщательно обработана и отшлифована, так как иначе канал в заряде двигателя может осыпаться. Нижняя шпилька стержня вставляется в массивный

деревянный чурбак или пень. В гильзу надо засыпать 2 ÷ 3 г смеси. Затем взять набойник с отверстием (рис. 4, справа), вставить его в гильзу и 15—20 раз ударить по нему молотком; причем вначале нанести 3—4 слабых удара, чтобы вышел воздух, находящийся в составе, а затем более сильные. Примерное размещение всех приспособлений и деталей для сборки двигателя показано на рисунке 5.

Чтобы набивка получилась одинаковой плотности, количество ударов молотка по набойнику на каждую засыпку должно быть одинаковым. Пользуются набойником с отверстием лишь до тех пор, пока не утоплена шпилька штыря. Как только уплотненная смесь полностью закроет шпильку штыря, надо продолжать набивку набойником, но уже без отверстия. Состав смеси запрессовывают в гильзу так, чтобы он не доходил до краев на 10 *мм*. На запрессованный состав накладывается картонный пыж с отверстием 4 ÷ 5 *мм* в центре.

Гильза извлекается из матрицы. Для этого вынимается фиксатор, а затем с легким поворотом вниз убирается штырь и снимается матрица с гильзы. После этого гильзу вставляют в закрутку и заправляют. При этом пыж прижимают сверху, а кромки гильзы загибают внутрь пробкой закрутки. Эта пробка опускается на винте. Двигатель готов.

Несколько слов о запуске порохового ракетного двигателя. Для воспламенения состава, находящегося внутри гильзы, надо применять электровоспламенитель, или, как его называют, электрозапал. Простейший электрозапал состоит из низковольтного трансформатора, проводов, зажимов и вилки (рис. 8). Тонкая проволока, способная накаливаться докрасна, вводится в канал двигателя. Включается ток, и двигатель начинает работать. Расстояние от стартующей ракеты до включателя тока должно быть не меньше 10 *м*. На площади этого радиуса перед стартом никого не должно быть. Если нельзя подключить переменный ток, то можно сделать батарейный электрозапал. На рисунке 9 изображена схема устройства электрозапала с контрольной лампочкой для проверки цепи и с миниатюрным рубильником.

В. ЕСЬКОВ

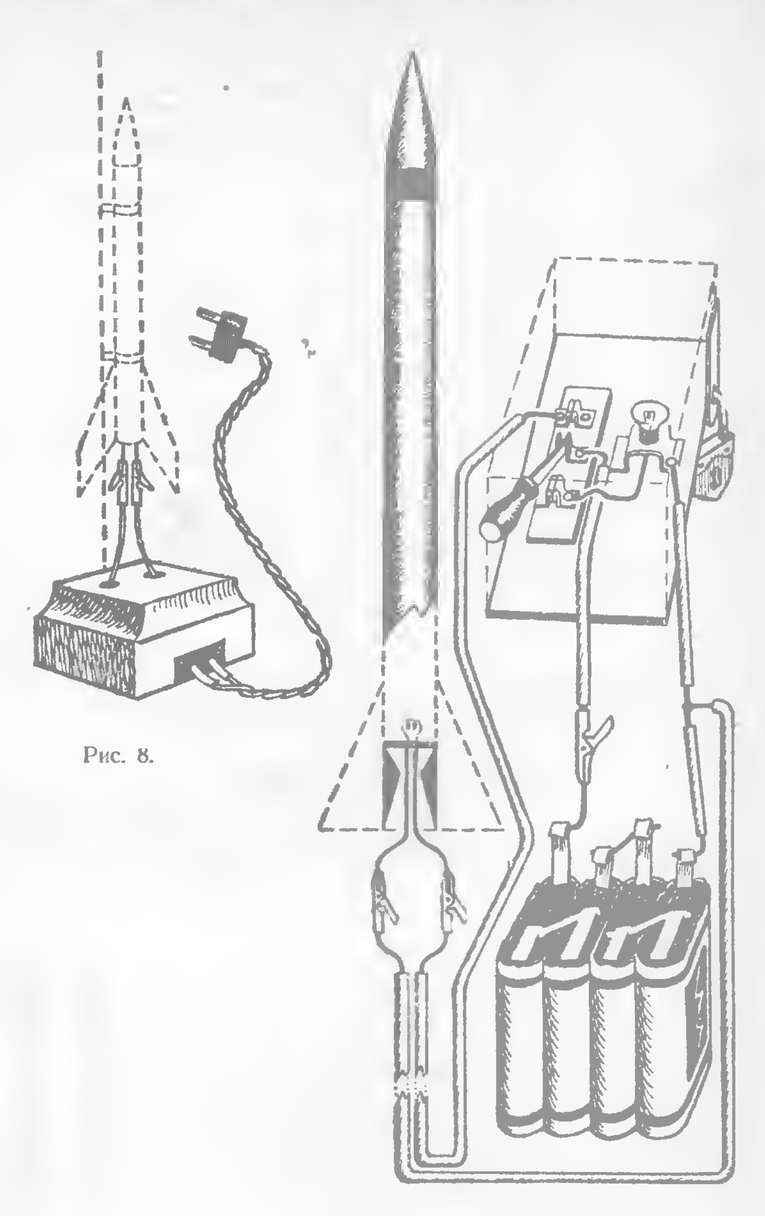


Рис. 8.

Рис. 9.

Радиоуправляемая модель вертолета

От редакции:

Авиамоделист Борис Борисов из города Кронштадта Ленинградской области установил в 1960 году одновременно три всесоюзных и мировых рекорда по моделям вертолетов с поршневым двигателем: на дальность, продолжительность и высоту полета. Совершенствуя свою модель, Б. Борисов изменил ее конструкцию и применил систему радиоуправления. Здесь Б. Борисов описывает построенную и испытанную им модель вертолета, управляемую по радио (см. вкладку). Международная организация воздушного спорта (FAI), регистрирующая все рекорды по воздушному спорту, в том числе и авиамодельные, пока не учитывает рекорды по радиоуправляемым моделям вертолетов. Но опыт работ советского моделиста Б. Борисова показывает, что радиоуправляемый полет модели вертолета вполне возможен. Предоставляем слово Б. Борисову.

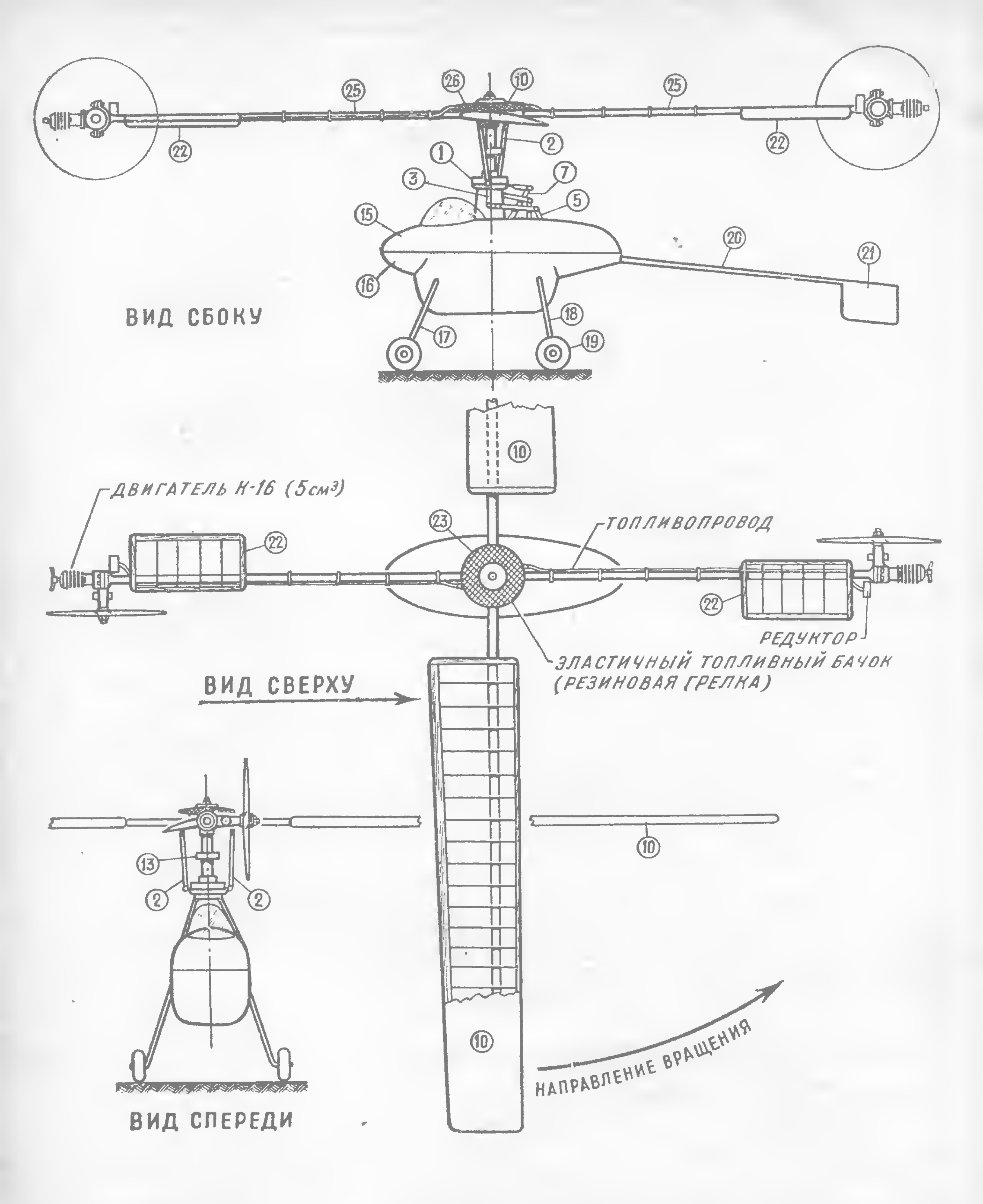

ВИД СБОКУ
ДВИГАТЕЛЬ К-16 (5см³)
ТОПЛИВОПРОВОД
РЕДУКТОР
ЭЛАСТИЧНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ БАЧОК
(РЕЗИНОВАЯ ГРЕЛКА)
ВИД СВЕРХУ
НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ
ВИД СПЕРЕДИ

Рис. 1.

Радиоуправляемая модель вертолета «Б-02» существенно отличается от моей модели «Б-01», которая 18 августа 1959 года показала продолжительность полета 54 мин. 37 сек., высоту 1 368 *м* и дальность полета 73,22 *км*. Эти достижения были рекордными по классу летающих моделей вертолетов с поршневыми двигателями. Модель «Б-01» была выполнена по однолопастной схеме. В следующей модели («Б-02») я перешел на двухлопастную схему ротора (рис. 1).

Полет модели происходит за счет подъемной силы вращающегося ротора, который имеет две лопасти, по форме напоминающие крылья. Модель снабжена двумя поршневыми микродвигателями «К-16» с объемом 4,4 *см*³. Каждый из двигателей вращает свой воздушный винт, создающий тягу в горизонтальной плоскости. Двигатели размещены по концам специальной штанги, соединенной наглухо со ступицей ротора. Тяга от этих винтов вращает ротор вертолета. Бачок с горючим *25* расположен посередине штанги — на оси вращения ротора. Горючее поступает из бачка к двигателям по трубкам, идущим вдоль штанги. Ось вращения ротора прикреплена к фюзеляжу *15*, имеющему каплеобразную форму. Фюзеляж снабжен кабиной и четырехколесным шасси *17, 18, 19* с широкой колеей. На конце фюзеляжа на балке *20* размещено оперение, расположенное косо. При движении модели на оперение набегает поток воздуха, идущий от ротора. При этом возникает воздушная сила, препятствующая вращению фюзеляжа. Лопасти ротора *10* прикреплены к ступице ротора так, что они могут свободно менять свой угол установки, вращаясь вокруг продольной оси. В моторном полете лопасти автоматически устанавливаются на положительный угол. После того как двигатели прекратят работу, лопасти переходят на небольшой отрицательный угол. При этом угле наклона лопастей ротор переходит на самовращение, необходимое для плавного снижения.

Однако у моей радиоуправляемой модели есть некоторые особенности в конструкции. Так, на штанге *25* около каждого двигателя размещены небольшие стабилизирующие крылышки *22*. Штанга и лопасти ротора расположены на качающейся ступице с карданным подвесом. Радиоуправление моделью осуществляется примерно через такой же механизм, как и в настоящих вертолетах. Летчик управляет настоящим вертолетом при помощи устройства, называемого автоматом-перекосом. Автомат-перекос был предложен еще в 1911 году одним из русских инженеров, а впоследствии академиком Б. Н. Юрьевым. Это остроумное устройство позволяет менять по желанию летчика угол установки лопасти при вращающемся роторе. На рисунке 2 показано, как устроен автомат-перекос на современном вертолете с трехлопастным ротором. Отклоняя ручку управления *А* вперед, летчик заставляет наклониться вперед внутреннее кольцо автомата-перекоса, обозначенное на рисунке буквой *Б*. Это кольцо не вращается, но оно соединено с внешним кольцом *В* через шарики, уменьшающие трение между кольцами. Это внешнее кольцо *В* соединено с ротором вертолета и вращается вместе с ним. Однако плоскость вращения кольца *В* имеет возможность несколько менять свое положение относительно плоскости вращения ротора. Так как кольца *Б* и *В* соединены между собой, то при изменении плоскости вращения кольца *Б* одновременно меняется и плоскость вращения кольца *В*.

К кольцу *В* шарнирно укреплены стойки *Г*, которые так же шарнирно соединены с поводками *Е* лопастей вертолета.

Что же произойдет в таком механизме, если летчик, как мы отметили вначале, переместит ручку *А* вперед и тем самым наклонит вниз передний край кольца *Б*? Одновременно с этим и кольцо *В* примет такое же положение. Это приведет к тому, что при вращении ротора в том месте, где кольцо *Б* приближается к плоскости вращения ротора, каждая стойка *Г* будет перемещаться кверху, что и увеличит угол атаки лопасти. В том же месте, где кольцо *Б* удаляется от плоскости вращения ротора, стойки *Г* перемещаются книзу, и при этом угол атаки каждой лопасти уменьшится. Таким образом, получается, что если летчик отклоняет ручку управления *А* вперед, то при каждом обо-

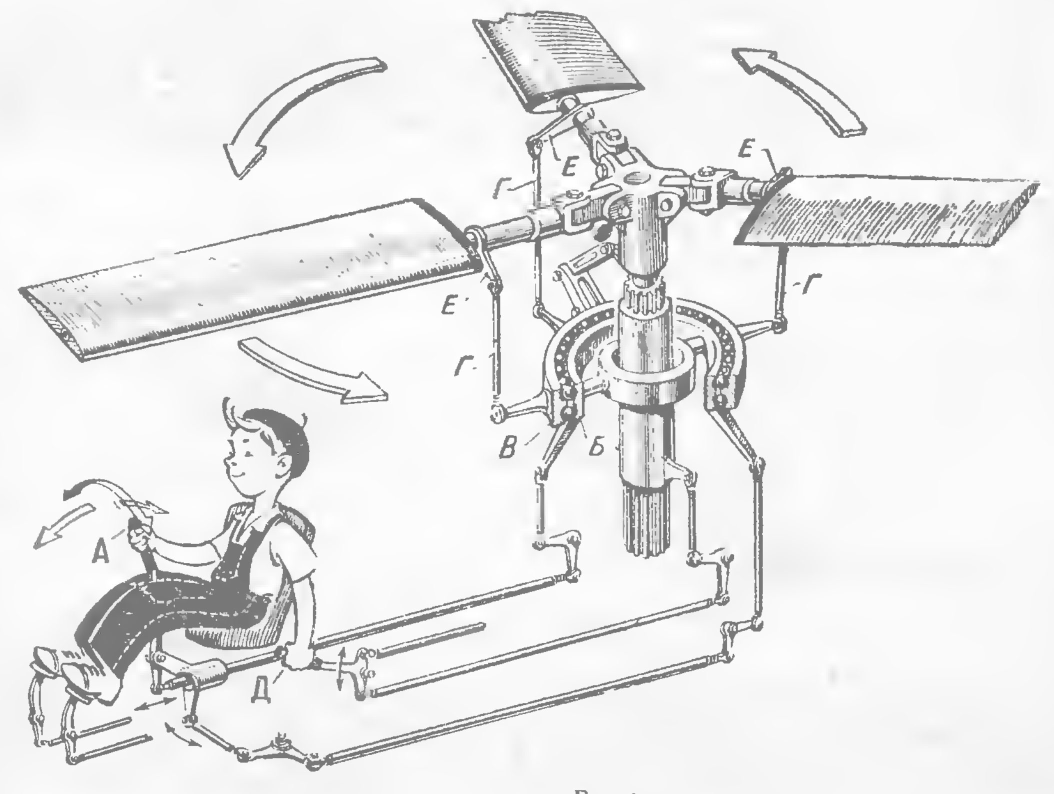


Рис. 2.

роте ротора в передней части его диска углы атаки всех лопастей будут уменьшаться, а в задней части диска увеличиваться. Благодаря такому циклическому (то есть повторяющемуся в течение каждого оборота) изменению угла атаки лопастей подъемная сила передней части диска ротора уменьшается, а задней его части увеличивается. В результате общая подъемная сила ротора будет направлена несколько вперед и сообщит вертолету поступательное движение. Точно так же при отклонении ручки управления назад или вбок будут происходить соответствующие изменения углов атаки лопастей по мере вращения ротора. Благодаря этому вертолет начнет перемещаться назад или вбок.

А как быть в том случае, если потребуется увеличить общую подъемную силу ротора (например, обеспечить вертикальный подъем вертолета), одновременно на всех лопастях увеличить углы атаки? Для этого оба кольца автомата-перекоса *Б* и *В* следует поднять кверху, не меняя угла их наклона. Чтобы перевести вертолет на снижение, надо одновременно на всех лопастях уменьшить углы атаки. Для этого кольца *Б* и *В* должны быть опущены. Такое одновременное изменение углов атаки всех лопастей называется «управлением общим шагом ротора». Делается это при помощи специального рычага *Д*, расположенного обычно слева от сиденья летчика (рис. 2). Этим-то рычагом и производится перемещение кверху или книзу кольца *Б*, а значит, одновременное изменение углов атаки у всех лопастей.

У моей модели система управления похожа на ту, какая используется на настоящем вертолете. На ней применен такой же автомат-перекос. Каждая лопасть при вращении ротора может менять свой угол атаки от —1° до +15°, поворачиваясь вокруг оси, размещенной на 27% ширины. На цветной вкладке показана схема работы системы управления, примененной на модели. Кольца автомата-перекоса обозначены цифрой *1*, а стойка, идущая от вращающегося кольца к лопасти, — цифрой *2*, лопасть — цифрой *10*, поводок лопасти — *11*, ось вращения ротора — *12*.

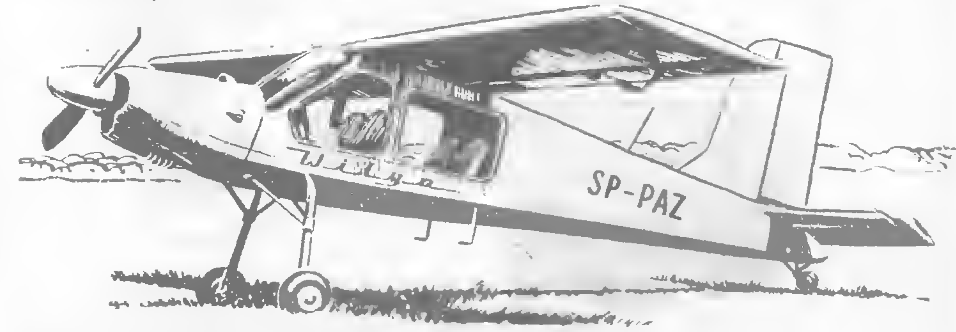
Пилон фюзеляжа, где укреплена ось ротора и через который проходят рычаги управления, обозначен цифрой *9*. Управление модели — шестикомандное. Две команды управляют шагом, то есть движением модели вверх и вниз. Цифрой *3* обозначены рычаги этих команд, а цифрой *4* — червяк исполнительного механизма. Третья и четвертая команды управляют циклическим изменением углов атаки лопастей в продольном направлении или движением модели вперед и назад. Рычаги этих команд обозначены цифрой *7*, а червяк исполнительного механизма — цифрой *8*.

Пятая и шестая команды управляют циклическим изменением углов атаки лопастей в поперечном направлении (движение модели влево и вправо). Рычаги этих команд на чертеже обозначены цифрой *5*, а червяк исполнительного механизма — цифрой *6*. Горизонтальный рычаг *5* длиной 100 *мм* расположен под углом 55° к продольной оси фюзеляжа. Управление рычагами, идущими к автомату-перекосу, осуществляется тремя исполнительными механизмами от модель-

PZL-104 „Wilga"

Польскими авиаконструкторами построен и испытан в 1961 году легкий четырехместный самолет PZL-104 «Wilga» («Иволга»). Это цельнометаллический моноплан с верхним расположением крыла Самолет «Wilga» на Познанской международной ярмарке 1961 года был отмечен как первоклассный легкий самолет. Вскоре его запустили в серийное производство. Предусмотрено изготовление четырех вариантов этого самолета: 1) аэроклубный, предназначенный для буксировки планеров и сбрасывания парашютистов; 2) санитарный — для перевозки больного на носилках и врача; 3) легкий транспортный — для перевозки трех пассажиров (кроме летчика); 4) сельскохозяйственный — для опыливания и опрыскивания ядохимикатами посевов и деревьев с целью уничтожения насекомых — вредителей сельского хозяйства.

По своей схеме самолет «Wilga» — один из немногих самолетов с крылом, у которого для уменьшения лобового сопротивления крыло выполнено свободнонесущим, без подкосов. Это позволяет на 10 ÷ 15 километров в час увеличить скорость полета. На самолете установлен шестицилиндровый польский двигатель «WN-6R» с рядным горизонтальным расположением цилиндров мощностью 220 л. с. Крыло — однолонжеронное, лонжерон расположен на 40% длины хорды, выполнен как одно целое с обшивкой носовой части крыла и образует очень прочную балку, называемую кессоном. Крыло за лонжероном обшито по-



Общий вид самолета.

ной системы радиоуправления «РУМ-1», только передача на поводок лопастей замедлена в три раза постановкой дополнительно двух шестерен (от часового механизма). Сделано это для того, чтобы можно было преодолевать усилия, действующие от лопастей на автомат-перекос. Как видно на вкладке, система рычагов управления устроена так, что выполнение одной команды не может отразиться на качестве выполнения какой-либо другой команды. В ось ротора *12* включен демпфер *13* и *14*, воспринимающий крутильные колебания вала. В качестве бака для горючего используется круглая резиновая грелка *23*. От бака вдоль штанги проложены хлорвиниловые трубки, по которым топливо подается к двигателям. Предварительно оно проходит редуктор с весовым компенсатором, который регулирует подачу топлива. Это необходимо, так как на больших оборотах ротора топливо подвергается действию центробежной силы. Работу всей винтомоторной установки я регулировал до полетов модели на специальном стенде. Рекомендую это проделывать всем, кто будет строить такие модели вертолетов.

Фюзеляж моей модели *15* имеет овальное сечение. Он представляет собой скорлупу *16*, выклеенную из папье-маше и надетую на силовую раму. К этой раме крепятся пилон, через который проходит ось ротора, стойки шасси *17* и *18*, исполнительные механизмы управления и хвостовая балка, несущая оперение.

На конце хвостовой балки *20* укреплено оперение, состоящее из косо расположенного киля. В случае необходимости перед этим килем можно поставить дополнительно небольшой горизонтальный стабилизатор. В фюзеляже размещены аппаратура радиоуправления *24* и батареи электропитания.

Регулировку модели надо производить на привязи. Перед регулировочными полетами необходимо добиться правильного расположения центра тяжести всей модели. Центр тяжести должен находиться на 15÷20 *мм* впереди оси ротора. Снизу фюзеляжа, в месте расположения центра тяжести, надо укрепить кольцо. К этому кольцу привязывается бечевка, на которой и запускается модель в регулировочные полеты.

Первые регулировочные полеты очень хорошо производить со стола.

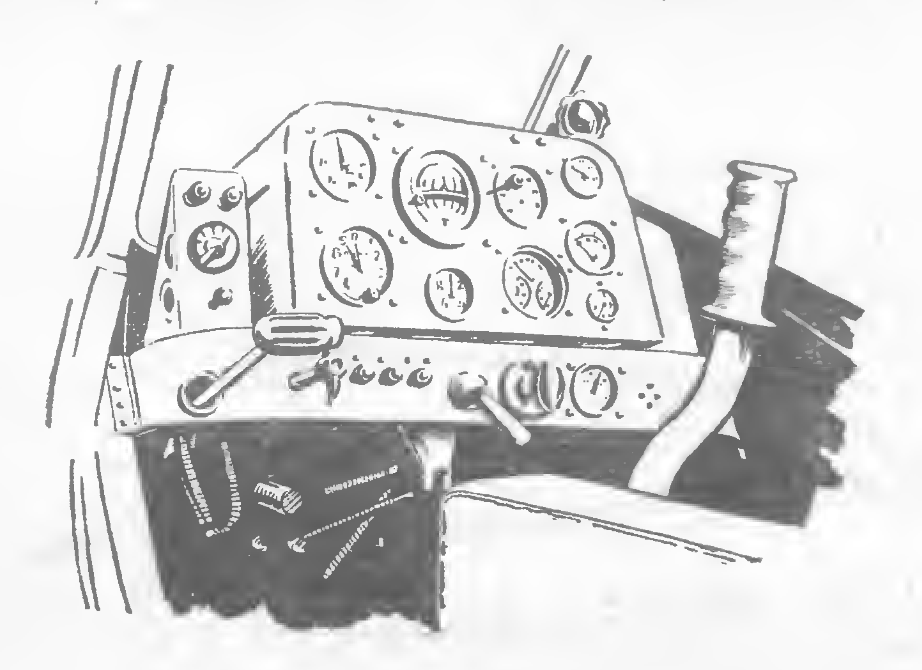
Бечевку при этом удобно пропустить через середину стола, давая ей слабину постепенно, начиная с 20 *мм*. Во время таких «привязных» полетов надо тщательно проверять работу всех команд управления и стараться устранить разворот модели, возникающий обычно из-за действия потока воздуха от ротора на оперение.

Описываемая здесь модель неоднократно совершала хорошие управляемые полеты. Я уверен, что мы, советские авиамоделисты, на деле докажем, что класс радиоуправляемых моделей вертолетов имеет все права на свое развитие.

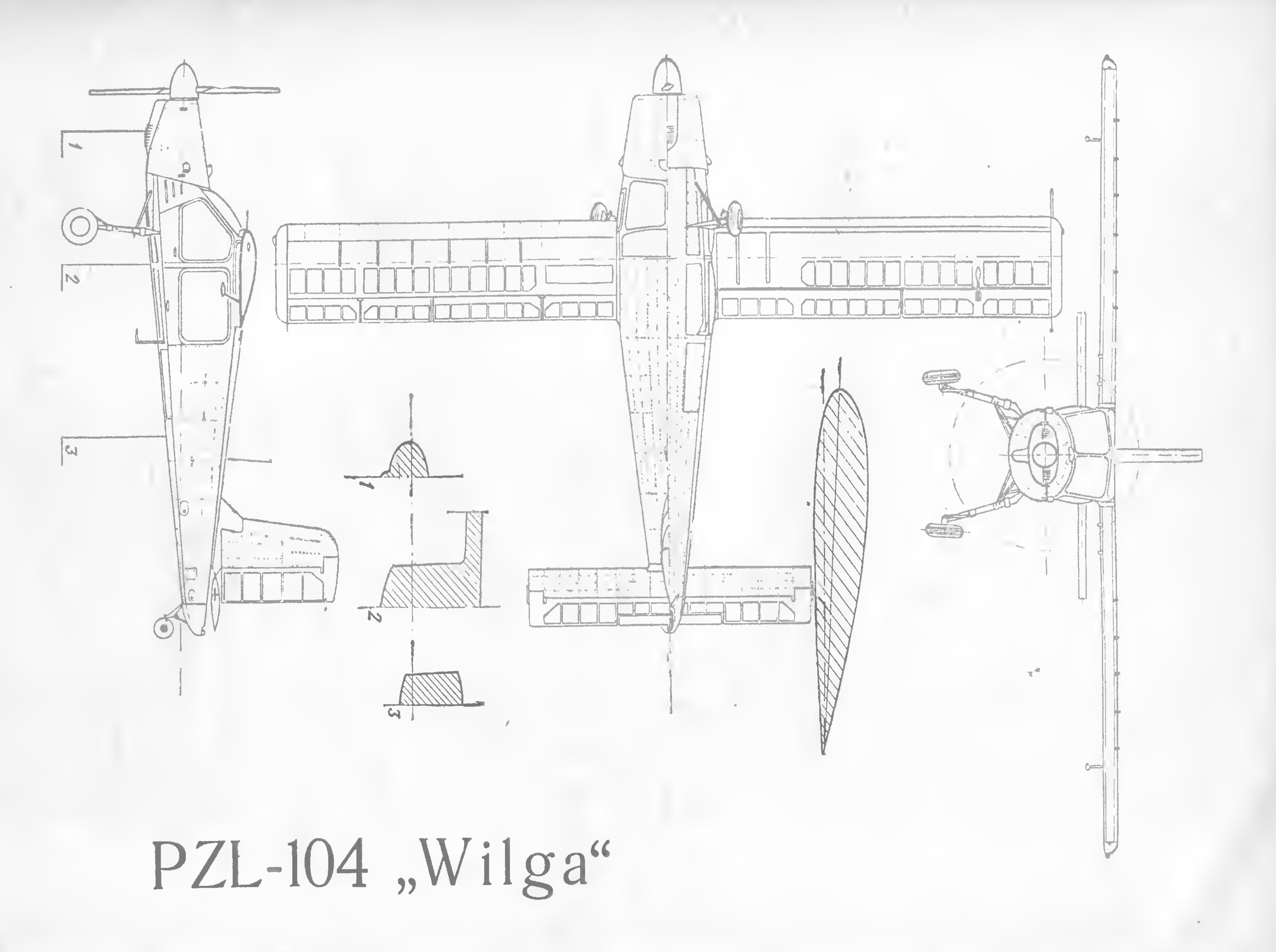
Б. БОРИСОВ

лотном. В центре хвостовой части крыла размещен закрылок, отклоняемый книзу специальным электромотором на взлете и при посадке. На концах крыльев размещены элероны, которые при посадке также могут отклоняться книзу по желанию летчика. Элероны, таким образом, «по совместительству» выполняют роль закрылков. Крыло имеет профиль «NACA-2415». Закрылки и элероны обшиты полотном, к элеронам снаружи прикреплены весовые балансиры. В центральной части крыла размещены баки для горючего.

Фюзеляж имеет просторную четырехместную кабину с широкими окнами, открывающими прекрасный обзор во все стороны. Передняя часть фюзеляжа — рамной конструкции, без раскосов. Это дало возможность без ущерба для прочности самолета сделать широкие окна и удобные двери для пассажиров. Для входа в кабину с обоих бортов имеются двери перед сиденьем летчика, отодвигающиеся в сторону, и двери перед пассажирскими сиденьями, поднимающиеся вверх. Хвостовая часть фюзеляжа за крылом состоит из стрингеров и шпангоутов. Весь фюзеляж обшит листовым дюралюминием. Место летчика — в кабине слева. Перед левым передним сиденьем расположены приборная доска и рычаги управления — ручка, педали и рукоятка управления двигателем. В хвостовой части фюзеляжа, за кабиной размещена радиостанция, работающая на ультракоротких волнах. На приборной доске перед летчиком имеются следующие приборы: указатель скорости и указатель вертикальной скорости (вариометр), оба прибора имеют объединенную шкалу; указатель высоты; магнитный компас; указатель поворота; указатель числа оборотов вала двигателя (тахометр); термометр головок цилиндров двигателя; указатель давления всасывания; вольтамперметр, контролирующий работу электросети самолета, и, наконец, искусственный горизонт.


Щиток управления.

Все эти приборы удобно расположены на приборной доске и хорошо видны летчику. Двигатель, размещенный спереди фюзеляжа, закрыт капотом, состоящим из двух половин. Одна половина капота двигателя открывается вверх, другая — вниз. Такое устройство



PZL-104 „Wilga“

капота облегчает уход за двигателем при эксплуатации самолета.

Оперение самолета — свободнонесущее, профиль горизонтального и вертикального оперений — симметричный, с относительной толщиной 15%. Стабилизатор — однолонжеронный, зашит в передней части дюралюминием. Лонжерон в задней части стабилизатора образует вместе с обшивкой, подкрепленной стрингерами и нервюрами, кессон, хорошо работающий на изгиб и кручение.

Руль высоты имеет аэродинамическую и весовую компенсацию, обшивка руля высоты — полотняная. На его задней кромке размещен триммер, отклоняемый в полете по желанию летчика при помощи электромотора. Как компенсация, так и триммер, регулируемый в полете, предназначены для уменьшения усилий, действующих на ручку управления летчика. Руль направления и киль имеют такую же конструкцию, как и стабилизатор и руль высоты, с той лишь разницей, что на руле направления нет триммера. Шасси самолета неубирающееся, имеет два передних колеса, каждое из которых расположено на одной основной стойке, прикрепленной к фюзеляжу двумя небольшими стойками.

Колеса снабжены пневматиками низкого давления (150×500 *мм*) и имеют тормоза, работающие от сжатого воздуха. Эти тормоза управляются летчиком посредством нажатия специального рычага на педалях управления.

Амортизаторы шасси — воздушно-масляные, размещены в основных стойках шасси. На хвостовой части фюзеляжа имеется задиее колесо размером 80×250 *мм*. Оно может изменять свое положение, вращаясь вокруг вертикальной оси (управляется летчиком). Винт самолета — деревянный, двухлопастный, диаметром 2,65 *м*, с автоматическим регулятором шага в полете.

Технические данные самолета следующие:

размах крыла — 11,16 *м*, длина — 8,0 *м*, площадь — 15,5 *м*²; колея шасси — 2,1 *м*, вес пустого самолета — 700 *кг;* полетный вес — 1 150 *кг*, наибольшая скорость полета — 220 *км/час*, средняя крейсерская скорость — 160 *км/час;* посадочная скорость — 65 *км/час;* наибольшая вертикальная скорость — от 6,7 до 9 *м/сек*, потолок — 5 000 *м;* дальность полета — 1 000 *км;* дистанция, необходимая для взлета и набора высоты 15 *км*, составляет 190 *м;* дистанция, необходимая для снижения с высоты 15 *м* и послепосадочного пробега, — 172 *м*.

Фюзеляж, кок винта, закрылки, элероны, рули направления и высоты, стойки шасси первого экземпляра самолета окрашены в белый цвет, крыло, винт, стабилизатор и киль — в красный, капот двигателя, пневматики колес, надписи на крыле и фюзеляже — черного цвета.

На фюзеляже и на правом крыле написаны буквы, под которыми зарегистрирован этот самолет: «SP — PAZ». На фюзеляже, под окнами кабины, с обеих сторон написано: «Wilga».

Копируя самолет «Wilga», можно делать разные летающие модели. Модель, летающая на корде, может быть выполнена в точном соответствии с чертежом самолета. При этом масштаб модели относительно чертежа и размеры модели надо выбирать по обычным правилам, ориентируясь на имеющийся в вашем распоряжении двигатель. Можно сделать и свободно летающую модель самолета «Wilga». В этом случае крылу надо придать угол поперечного «V» примерно 8°÷10°, а горизонтальное оперение увеличить по сравнению с чертежом самолета на 10÷15%, не меняя его формы.

Для радиоуправляемой модели-копии угол поперечного «V» крыла не следует принимать больше 5°÷6°, а площадь горизонтального оперения надо увеличить на 10%.

И. Костенко

МОДЕЛИ-ПОМОЩНИКИ КОНСТРУКТОРА

(КО 2-Й СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ)

Вы думаете, что модели строят только ребята? Нет, это далеко не так. Давайте заглянем в конструкторское бюро автомобильного завода.

Первое, что бросается в глаза, когда вы входите в конструкторское бюро, — это модели автомобилей. Всюду модели: на тонконогих вращающихся подставках, в шкафах и даже на шкафах. Можно подумать, что здесь взрослые люди играют в автомобили. И сюда особенно охотно заглядывают ребята из подшефных школ.

Но, оказывается, игра здесь ни при чем. В автомобилестроении (так же как и в авиации, судостроении и во многих других областях техники) моделирование широко применяется для решения важных конструкторских задач.

Проследим, как проходит, например, только недавно закончившийся процесс проектирования кузова автомобиля, модели которого сейчас заполняют и конструкторское бюро и соседнее помещение — скульптурную мастерскую. Это двухместный микроавтомобиль «Спутник», который должен заменить уродливую «инвалидную» мотоколяску. Проектировали его — конструкторы Серпуховского мотоциклетного завода и Научного автомобильного и автомоторного института (НАМИ).

Когда поступило задание на разработку новой машины, за дело взялись одновременно инженеры-механики и архитекторы, или, точнее, инженеры-художники. Есть теперь в машиностроении такая специальность и должность — инженер-художник. Его роль важна, так как всякое изделие, всякая машина в наше время должны быть не только технически совершенными, но и красивыми, удобными. Более того, теперь, если машина некрасива и неудобна, ее не признают совершенной.

Инженеры-художники сделали рисунки формы будущего автомобиля в разных вариантах (см. 2-ю стр. обложки). Обсудив их и выбрав лучший, перенесли очертания кузова на чертеж компоновки автомобиля, подготовленный конструкторами (рис. 1). Потом нарисовали в перспективе выбранный вариант формы, чтобы представить его на утверждение к дальнейшей разработке (см. 2-ю стр. обложки).

С этого момента без моделирования обойтись уже трудно. Надо сказать, что нередко и при эскизной проработке формы кузова художники делают небольшие пластилиновые модели, уточняют свой замысел в объеме. А на дальнейших этапах работы моделирование становится просто необходимым.

На этот раз первой моделью, к которой обратились конструкторы, была модель... человека. На компоновку наложили шарнирную целлулоидную модель «средней» по размерам человеческой фигуры и проверили, удобно ли водителю на сиденье, правильно ли намечено расположение руля, рычагов, и внесли кое-какие поправки: немного по-

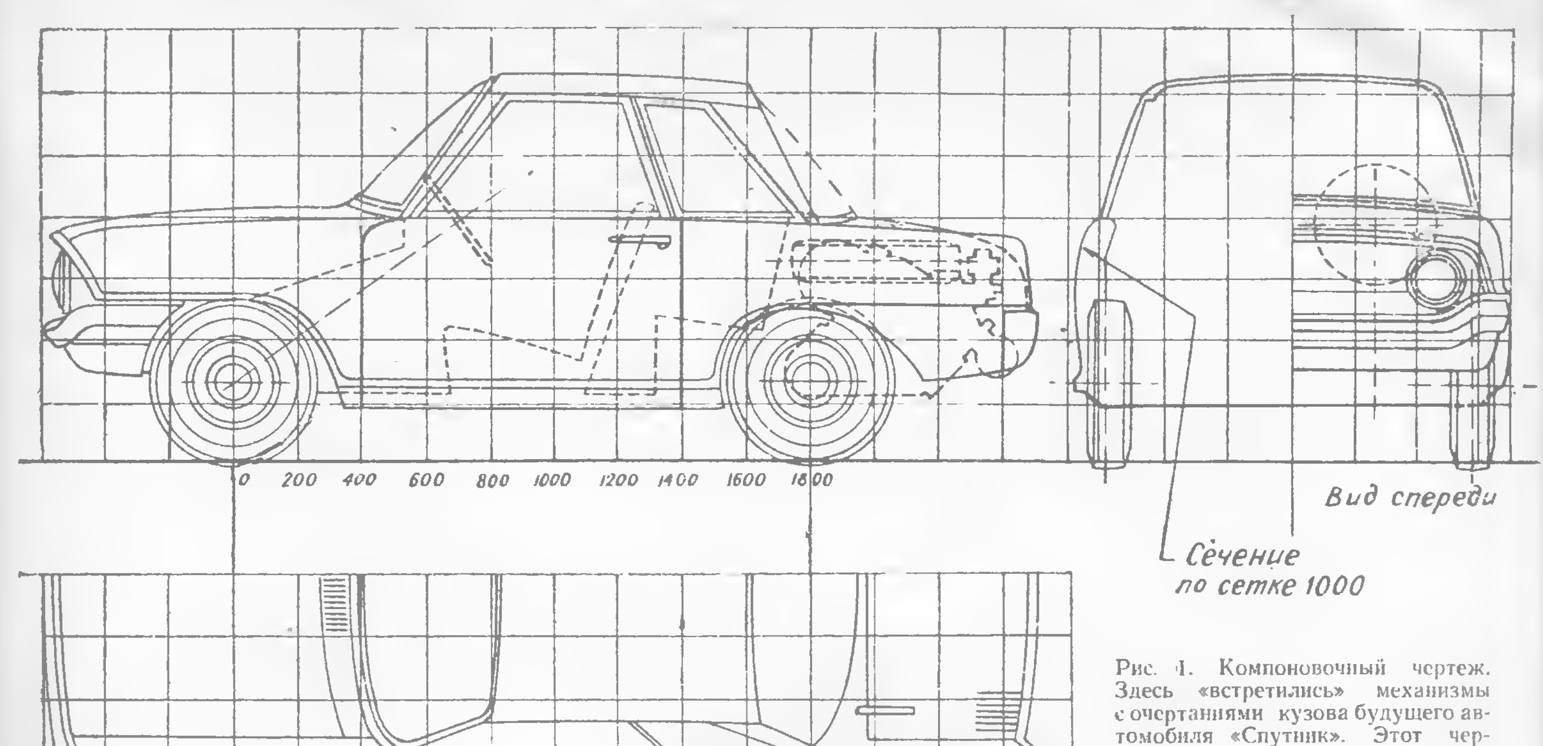


Рис. 1. Компоновочный чертеж. Здесь «встретились» механизмы с очертаниями кузова будущего автомобиля «Спутник». Этот чертеж вы можете использовать, если захотите сделать модель «Спутника» или даже маленький автомобиль с кузовом подобной формы, приспособив к нему двигатель, колеса и другие элементы от серийных мотороллеров, мотоколясок, мотоциклов. Сторона каждой клетки сетки равна в натуре 200 *мм*.

низили сиденье, а крышу приподняли.

Потом столяр, модельщик и обойщик сделали из деревянных брусков каркас, напоминающий по форме будущий кузов, приладили к нему такие же упрощенные двери, сиденья, рулевое колесо, вылепили из пластилина щит приборов. Получился так называемый «посадочный» макет (см. 2-ю стр. обложки), на котором можно не только убедиться в точности выбранных на компоновке размеров, но и определить удобные для входа и выхода очертания дверного проема, контуры окон, расположение подлокотников и другого оборудования.

После того как результаты работы с посадочным макетом получили отражение на компоновочном чертеже, проектирование пошло более уверенно и широким фронтом.

Инженеры-художники изобразили мелом на большой вертикальной черной доске линии формы кузова в натуральную величину, выправили их до исключительной плавности, а затем приступили к лепке макета (модели) формы. Обычно макет делают тоже в натуральную величину, но для того, чтобы работа над «Спутником» шла быстрее, рискнули сделать его в половину натуральной величины. Может показаться, что такой макет не очень нужен. Почему, казалось бы, не сделать чертежи деталей кузова на основании «черного» чертежа, без макета? Дело в том, что хорошая, красивая форма без макета вряд ли получится. Опыт показывает, что в натуре автомобиль выглядит совсем по-другому, чем на бумаге. Глаз наблюдателя как бы охватывает форму автомобиля сразу с нескольких сторон, в то время как на чертеже машина видна лишь только строго сбоку, сверху, спереди или сзади. Кроме того, очень трудно предусмотреть на плоскости все переходы, выпуклости и впадины поверхности кузова, правильное расположение световых бликов.



Рис. 2. Гипсовая модель для аэродинамических исследований.

Чтобы форма кузова не получилась неудачной, ее предварительно выполняют на макете, а затем переносят контуры и сечения поверхности кузова на чертежи.

Макет формы (см. 2-ю стр. обложки) вылепили из пластилина, окрасили, будущие хромированные части покрыли блестящей алюминиевой фольгой, в окна вставили стекла, колеса выточили из гипса. Все скульптурные работы велись на ровной чугунной плите с нанесенной на ней прямоугольной сеткой.

Когда макет был готов, то и на нем с помощью призм и рейсмусов, устанавливаемых по сетке плиты, начертили линии сетки, сделали шаблоны отдельных сечений поверхности и по шаблонам вычертили теоретический чертеж. Этот чертеж напоминает топографическую карту местности с горизонталями. Пользуясь

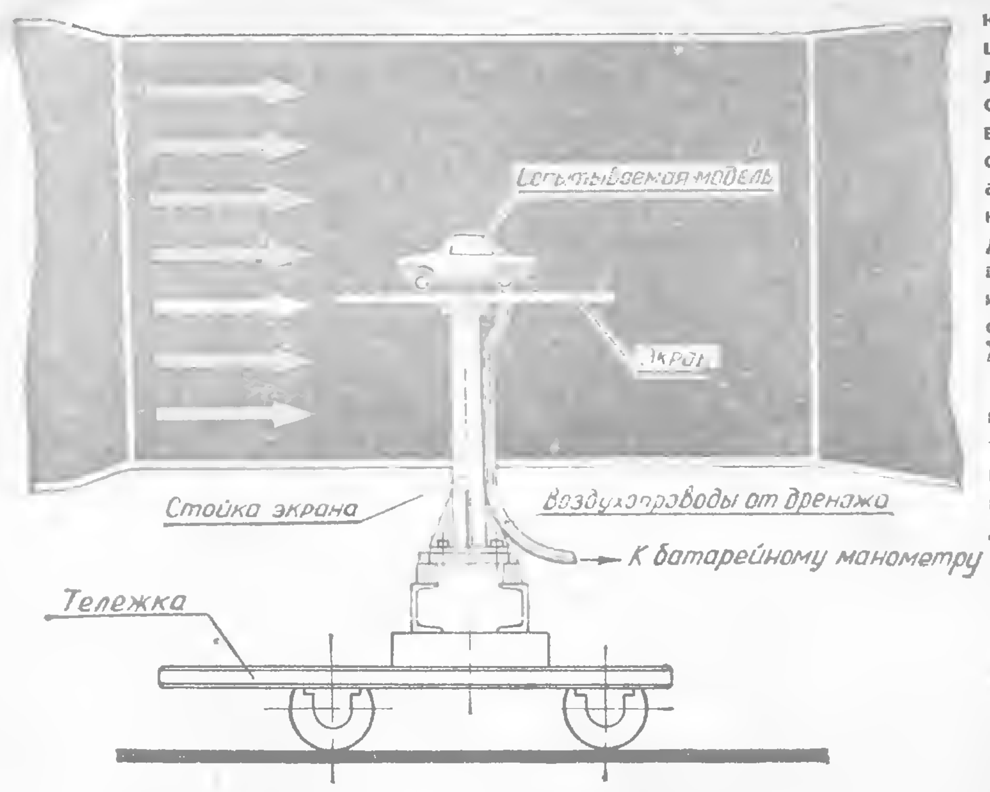


Рис. 3. Схема опыта по определению «картины давления».

картой, рассчитывают прокладку дорог, плотин, мостов или фундаментов. Точно так же, имея теоретический чертеж поверхности кузова, можно точно рассчитать размеры прилегающих к стальной облицовке внутренних деталей, оконных рам, дверных ручек и замков.

Модель формы кузова понадобилась снова, но на этот раз в масштабе 1 : 5 натуральной величины. Это была уже четвертая модель в нашем процессе. Здесь нужно упомянуть, что двигатель «Спутника» было решено установить в задней части кузова и охлаждать его воздухом, а не водой, как у большинства автомобилей. Отверстия для входа и выхода воздуха понадобилось расположить так, чтобы обеспечить «перепад» давления. Давление воздуха на входе должно быть больше, чем на выходе. Как получить эту разницу? Чтобы определить картину давления воздуха на поверхность кузова во время движения автомобиля, нужно было провести исследования (продувки) модели «Спутника» в аэродинамической трубе.

Модель для продувки сначала вылепили опять-таки из пластилина, а затем сняли с нее гипсовую форму и в форме отлили тоже гипсовую тонкостенную модель-копию (рис. 2). В стенках гипсовой модели-копии проложили тонкие трубочки и вывели их концы к различным точкам поверхности. А к другим концам присоединили резиновые трубки, связанные с манометрами (рис. 3).

Модель установили в трубе. Заработал мощный вентилятор, и неподвижная модель очутилась в потоке встречного воздуха. На шкалах манометров отразилась «картина давления». Оказалось, что вокруг задней части кузова из-за завихрений воздуха создается пониженное давление, разрежение. Но над крышкой мотоотсека разрежение меньше, чем под кузовом. Значит, если входное отверстие сделать сверху, а выходное — внизу, то воздух будет беспрепятственно обтекать двигатель сверху вниз, а вентилятор системы охлаждения двигателя еще ускорит воздушный поток. Продувка одновременно позволила определить и правильное положение отверстий для притока воздуха в систему вентиляции кузова.

Пока шли аэродинамические исследования, теоретический чертеж передали на завод опытных конструкций. Там по шаблонам изготовили из крепкого сухого дерева болванки — мастер-модели, по которым можно было выколотить из листовой стали панели опытного кузова.

Отдельные мастер-модели сложили вместе. Получилась мастер-модель всего кузова, пятая модель в процессе конструирования (рис. 4). На ней проверили и уточнили плавность поверхности будущей облицовки, постоянство зазоров в дверных проемах. Отдельные мастер-модели изготовили и для многих сложных по форме внутренних деталей кузова: щита приборов, стоек, кожухов.

По щиту приборов возникла особая проблема. Водители знают, как мешают наблюдению за дорогой отражения приборов в наклонном ветровом стекле, особенно вечером, когда приборы освещены. Чтобы предотвратить отражение щита приборов, в новейших моделях автомобилей его перекрывают козырьком. Но жесткий стальной козырек может вызвать ушибы пассажиров при резком торможении автомобиля. Поэтому щит приборов на «Спутнике» было решено

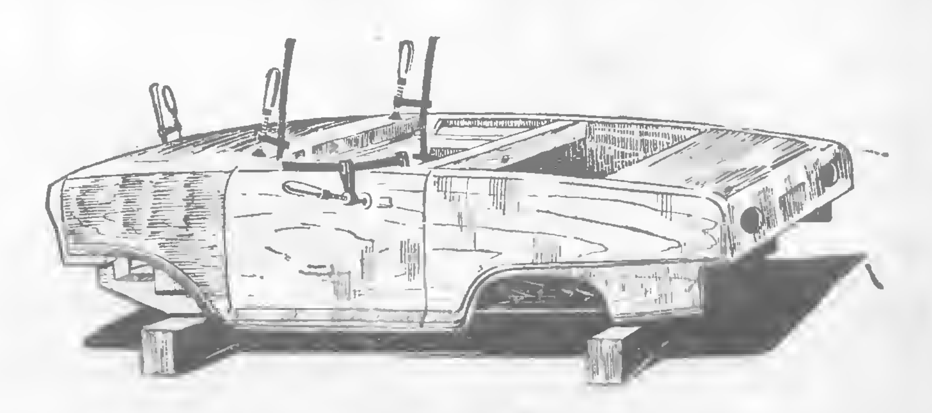


Рис. 4. Мастер-модель — прообраз поверхности стальной облицовки кузова.

сделать из губчатой пластмассы. И тут снова потребовалась модель (шестая по счету!). С мастер-модели щита приборов сняли форму (рис. 5), однако не гипсовую, а из стеклопластика, и отправили ее в Институт синтетических смол. Там форму заполнили вспененным полиуретаном. Получился упругий, эластичный губчатый щит приборов, покрытый тонкой матово-черной поливинилхлоридной пленкой.

Не обошлось без моделирования и при изготовлении сидений. Правда, это моделирование происходило раньше, но его результаты использованы конструкторами «Спутника». В последнем случае моделями служили живые люди. Им предлагали устроиться с удобствами на... песке. Результат — песчаная форма для определения правильных очертаний подушки и спинки сиденья. По размерам, полученным на песчаных отпечатках, изготовили из стеклопластика чашеобразные панели, покрыли их слоем пенопласта и обшили искусственной кожей. Такое сиденье, очень простое в производстве и вместе с тем очень удобное для посадки человека, не вызывает раскачки и утомления.

Параллельно с изготовлением мастер-моделей метровых размеров, крупных моделей сидений и гнутых оконных стекол шла ювелирная работа над моделями дверных ручек, фонарей, заводских знаков (эмблем) и других деталей.

Вот, к примеру, модели знаков с буквами «СМЗ» — Серпуховский мотоциклетный завод (см. 2-ю стр. обложки). Знаки, так же как и весь кузов, сначала нарисовали на бумаге, а потом вылепили из пластилина. По пластилиновым моделям отлили гипсовые формы, а по ним — алюминиевые модели, которые послужили штампами для изготовления из органического стекла (плексигласа) самих знаков, устанавливаемых на экспериментальных образцах автомобилей. Прозрачные знаки с внутренней стороны покрасили, а перепонки между буквами выложили блестящей фольгой. Такой знак очень прост в изготовлении, но производит впечатление хромированного и эмалированного. Между прочим, интересен замысел рисунка эмблемы: по очертаниям и расцветке она напоминает павлинье перо.

При чем тут павлин? Оказывается, он был изображен на древнем гербе города Серпухова.

Закончен опытный образец автомобиля (см. 2-ю стр. обложки). Собственно говоря, это тоже модель будущей машины. Ведь сделан образец почти полностью вручную и служит для того, чтобы испытать, оценить и уточнить конструкцию автомобиля, еще не увидевшего свет.

Как видите, только для создания общей компоновки и кузова маленького автомобиля конструкторы и архитекторы 10—12 раз обращаются к методам моделирования. А во многих случаях разработки автомобильных конструкций число моделей возрастает еще больше: делаются модели каркасов автобусов, чтобы испытать на стендах их прочность и жесткость; с помощью объемной модели человеческой фигуры оценивается степень тряски на сиденье при движении по неровной дороге; моделируются даже... столкновения автомобилей, чтобы испытать пристежные ремни и другие приспособления, повышающие безопасность движения.

Да и не только кузовщики широко применяют модели в исследовательской и экспериментальной работе по автомобилям. Почти при любом исследовании или испытании воспроизводится, моделируется тот или иной процесс. Модель — это верный помощник конструктора, испытателя, ученого и его техническая школа.

Н. ЮРЬЕВ

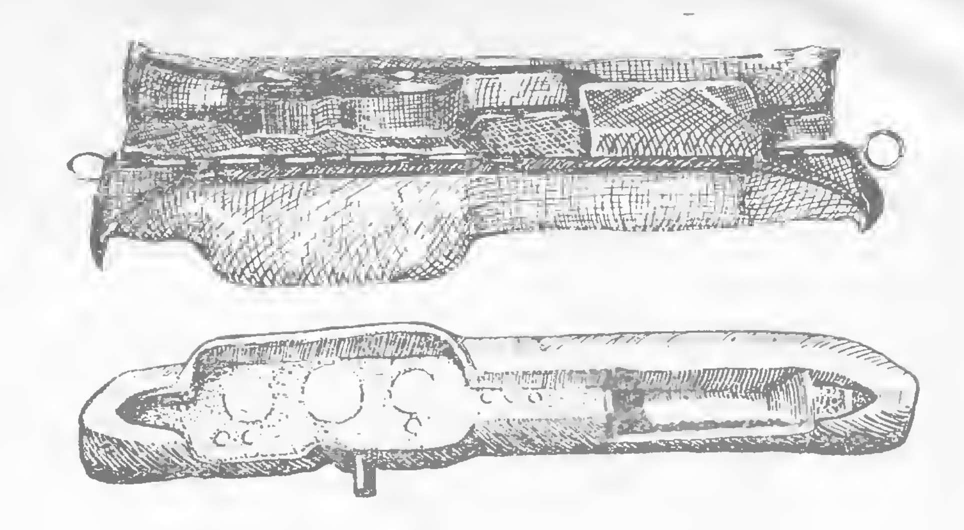


Рис. 5. Форма из стеклопластика и изготовленная в ней деталь щита приборов из мягкого пенополиуретана

КОРАБЛЬ ПОДНЯЛСЯ В ВОЗДУХ

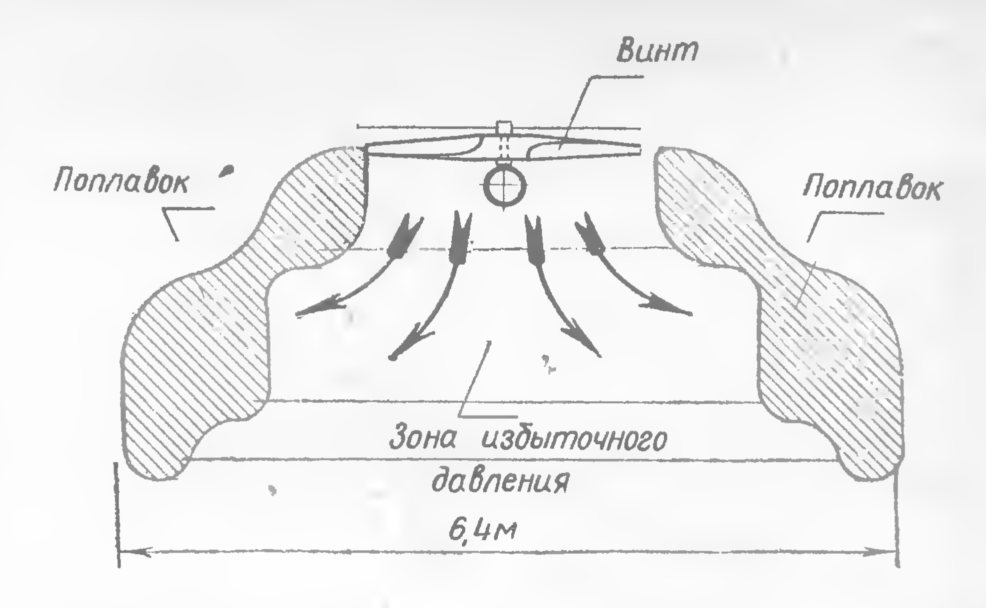
Рассказ об этой необыкновенной машине хочется начать с истории. Вы, наверное, читали роман Жюля Верна «Вокруг света в восемьдесят дней»? Так вот, когда этот роман вышел в свет, многие читатели стали называть автора безудержным фантазером. Еще бы! Ведь во времена Жюля Верна такое путешествие иначе как фантастическим и нельзя было назвать. Герои знаменитого писателя объехали вокруг земного шара за восемьдесят дней, а его внук проделал такое же путешествие за восемьдесят часов, и об этом тогда написали почти все газеты мира. Совершенствовалась техника, росли скорости, с которыми человек передвигался по Земле.

И вот 12 апреля 1961 года. Почти за восемьдесят минут облетел первый космонавт Юрий Гагарин вокруг нашей планеты.

А теперь посмотрите, как выросли скорости за период с 1873 года, когда появился роман Жюля Верна «Вокруг света на воздушном шаре», до наших дней: восемьдесят дней, восемьдесят часов, восемьдесят минут!

Скорости автомобилей, поез-

дов, самолетов очень резко возросли за последние девяносто лет. И только скорость речных судов изменилась совсем ненамного: даже лучшие из обычных речных судов развивают скорость не более 30 *км* в час; конечно, вы можете заметить, что забыли о судах на подводных крыльях! Нет, мы о них не забыли. Все дело в том, что для «крылатых» кораблей нужны все-таки глубоководные реки, которых не так уж много. А вот мелкие реки более многочисленны: их общая длина в СССР превышает 300 тыс. *км!* Вот для таких рек и нужны какие-то новые суда, обладающие высокой проходимостью.



Великий Циолковский в работе «Сопротивление воздуха и скорый поезд» высказал научное предположение о возможности создания аппаратов на «воздушной подушке». Но в те времена смелый проект был лишь дерзкой мечтой. Да посудите сами: ведь тогда не было легких и в то же время прочных сплавов, которые необходимы для постройки корпуса такого аппарата. Тогда еще не существовало небольших, но мощных двигателей, которые смогли бы поднять необычное судно в воздух.

Перед вами эскиз этого необыкновенного судна. Хотя правильнее было бы назвать этот аппарат не судном, а вездеходом. Ведь это действительно вездеход, который может плыть по воде, идти по суше! Таким универсальным судно сделала воздушная прослойка, или, как ее называют инженеры, «воздушная подушка». Что же это за подушка?

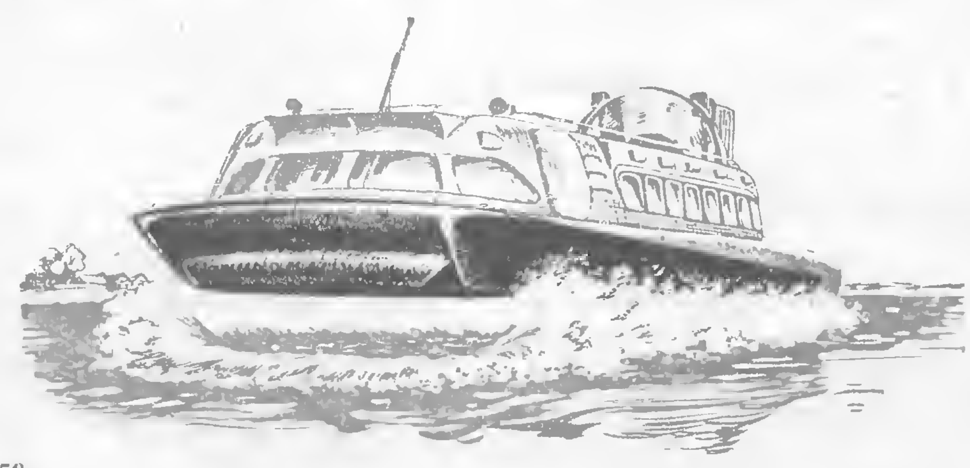
Представьте себе опрокинутый пластмассовый стакан, стоящий на столе. В дно стакана вмонтирован крошечный компрессионный двигатель с винтами. Когда двигатель нагнетает винтом воздух под дно стакана, в стакане образуется зона повышенного давления. В технике это давление называют «избыточным». Возникает как бы воздушный столб, который и поднимет стакан над столом. По этому же принципу поднимается над поверхностью и судно на «воздушной подушке», которое спроектировали инженеры из Центрального аэрогидродинамического института в Москве и Ленинградского института инженеров водного транспорта. Строили первый советский вездеход на «воздушной подушке» на экспериментально-исследовательском заводе в Ленинграде. Может быть, поэтому и назвали этот невиданный корабль «Невой». Сейчас «Нева» проходит испытания.

Как устроено это судно?

Сильно вытянутый корпус «Невы» длиной 17,5 *м* и шириной 6,5 *м* напоминает гигантскую каплю. На носу вездехода — рубка для экипажа из двух человек. В широкие окна летчик (именно летчик — ведь на «Неве» стоят вертолетные двигатели) хорошо видит водную гладь. Светлый, просторный салон рассчитан на 38 пассажиров. Два мощных авиационных двигателя, расположенные на носу и корме, двумя двухметровыми винтами с огромной силой нагнетают воздух под платформу судна, которая укреплена на двух длинных поплавках. Под платформой возникает зона избыточного давления, «Нева» приподнимается на 5—10 *см* из воды и «ложится» на «воздушную подушку». Реактивная сила воздушной струи направляет «Неву» вперед, а третий — кормовой — винт, почти такой же, как на обычных аэросанях, подхватывает это движение.

Судно развивает скорость до 60 *км* в час. Со стороны совсем не заметно, что судно висит в воздухе, хотя именно так и есть на самом деле. Воздух, который гонит винты судна, как бы продавливают воду, образуя своеобразный водяной желоб. По этому то желобу и мчится судно. Про него можно сказать, что оно движется между небом и водой!

Вас, конечно, интересует, как «Нева» маневрирует, ведь она целиком висит в воздухе? Другое дело, когда судно идет по воде — тогда все ясно: обычный руль в воде легко и точно направляет движение в нужную сторону. Оказывается, у «Невы» тоже есть такой руль, только воздушный. Он находится как раз позади кормового винта. Плоскость винта рассекает упругий воздушный поток, который идет от винта и позволяет «Неве» делать самые крутые повороты.



Дрогнул корпус судна, взреве-

ли двигатели. Приземистое, обтекаемое тело «Невы» слегка поднялось над водой, но пассажиры этого не почувствовали. Еще мгновение — и судно уже мчится по воздуху с возрастающей скоростью. Впереди бакен: мель. Обыкновенные суда стараются держаться от этого опасного места подальше, а «Нева» держит путь прямо. Нам мели не страшны. Про обычные суда говорят, что у них такая-то осадка, а про «Неву» так не скажешь: она совсем не сидит в воде! Вот и мель позади. Крутой поворот, и мы, не сбавляя скорости, подлетаем к пологому берегу, въезжаем на сушу. Очень удобное это судно «Нева»! Еще несколько минут движения над проселочной дорогой, и вот уже впереди виден поток машин, идущих по шоссе. Скоро и мы «въезжаем» в этот поток автомобилей, которые спешат к городу.

Ленинградцы уже привыкли видеть «Неву» плывущей по водам Финского залива. Пройдет немного времени, и вы тоже сможете познакомиться поближе с этим замечательным воздушным кораблем.

Для вас я нарисовал эскиз «Невы» (в разрезе). Возможно, вы захотите построить модель этого судна? Она может быть очень интересной. Только помните: корпус модели судна на «воздушной подушке» должен быть очень легким. В качестве двигателя можно использовать компрессионный моторчик «МК-12-В».

Если вы решите строить действующую модель «Невы», то начните с поплавков. Они тоже должны быть легкими и по форме напоминать корпус обыкновенного судна. Поплавков у «Невы» два. На поплавки крепится платформа — тонкая деревянная дощечка, а на ней — двигатель с винтом.

Через несколько лет, когда аппараты на «воздушной подушке» станут уже привычными для всех нас, возможно — и вы сядете за штурвал «бегущей по волнам». Через речные мели и ледяные заторы, по пескам и степям поведете вы машину трех стихий.

Л. РЕПИН

КАК построить КАТАМАРАН

Катамаран — древнее судно. Им еще с незапамятных времен пользовались жители островов Тихого океана; древние мореплаватели Полинезии с помощью катамарана открыли и заселили острова на огромных пространствах от Индонезии до Новой Зеландии. Катамараны очень легки на ходу и очень остойчивы, благодаря чему люди пользуются ими и в наши дни. Катамаран очень удобен для рыбной ловли, грузовых перевозок и даже плавания на большие расстояния.

В настоящее время катамараны, как парусные, так и моторные, получили большое распространение среди спортсменов Европы и Америки. Появились они и у нас. По Волге, например, ходят уже пассажирский и грузовой катамараны.

Суда этого типа исключительно остойчивы, плавание на них не опасно даже и для не особенно опытных «мореплавателей». Конечно, вам не имеет смысла строить катамаран очень больших размеров, скажем вроде океанского парусного катамарана «Эб энд Флоу», имеющего длину 12,5 *м*, ширину 7,7 *м* и площадь парусов 93 *м*². Такое судно вам и не понадобится.

Но в своем техническом кружке вы вполне можете построить небольшой катамаран. Удобнее всего катамаран длиной 4,8 *м*, шириной 2,4 *м*, при ширине одного корпуса 0,7 *м*, глубине корпуса 0,8 *м* (рис. 1), водоизмещением при осадке 0,2 *м*, около 800 *кг*.



Рис.1. ВИД КАТАМАРАНА.

Катамаран можно сделать из двух одинаковых корпусов, размещенных на расстоянии 1 *м* друг от друга и имеющих одинаковое расположение. Каждый корпус разделен переборками на форпик, носовой отсек, кормовой отсек и ахтерпик. Оба корпуса состоят из набора: днищевых и скуловых стрингеров, форштевня, транцевой доски (рис. 2),

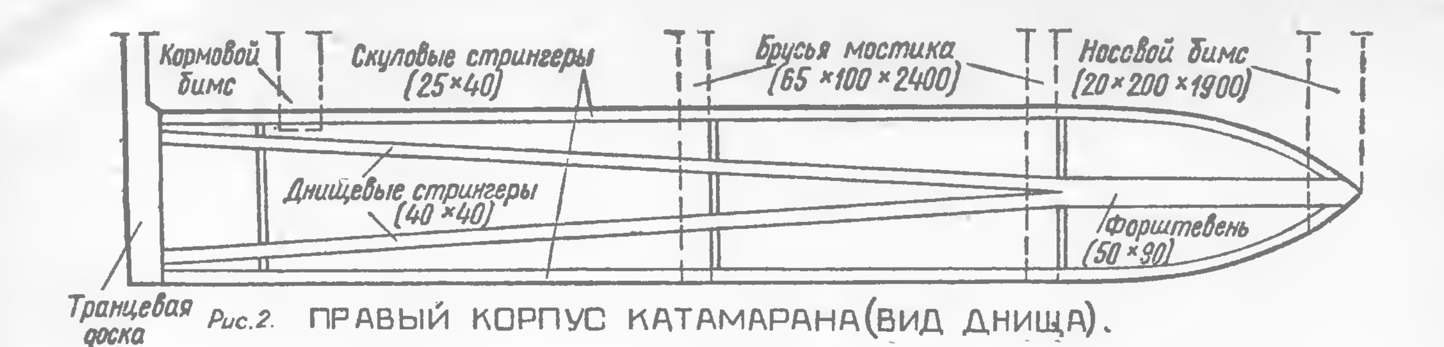


Рис.2. ПРАВЫЙ КОРПУС КАТАМАРАНА(ВИД ДНИЩА).

привальных брусьев, брусьев обвязки (рис. 3), обшивки, планширя и палубы (мостика).

Каждый корпус катамарана строится днищем вверх на одном и том же стапеле. Стапель сделан в виде коробки из сосновых досок (рис. 4) и крепится к полу помещения с помощью деревянных брусочков. На нем устанавливаются опорные стойки для крепления переборок на время постройки (рис. 5). Размеры стапеля и стоек берутся по рисункам 4 и 5, размеры опоры для форштевня — по рисунку 6. При постройке стапеля особое внимание следует обратить на точную его установку, так как от этого зависит качество постройки катамарана. Стапель устанавливается горизонтально по ватерпасу, а опорные стойки — вертикально по отвесу (кроме стойки для транцевой доски, устанавливаемой под углом в 78°). После установки на стойках надо нанести линию диаметральной плоскости.

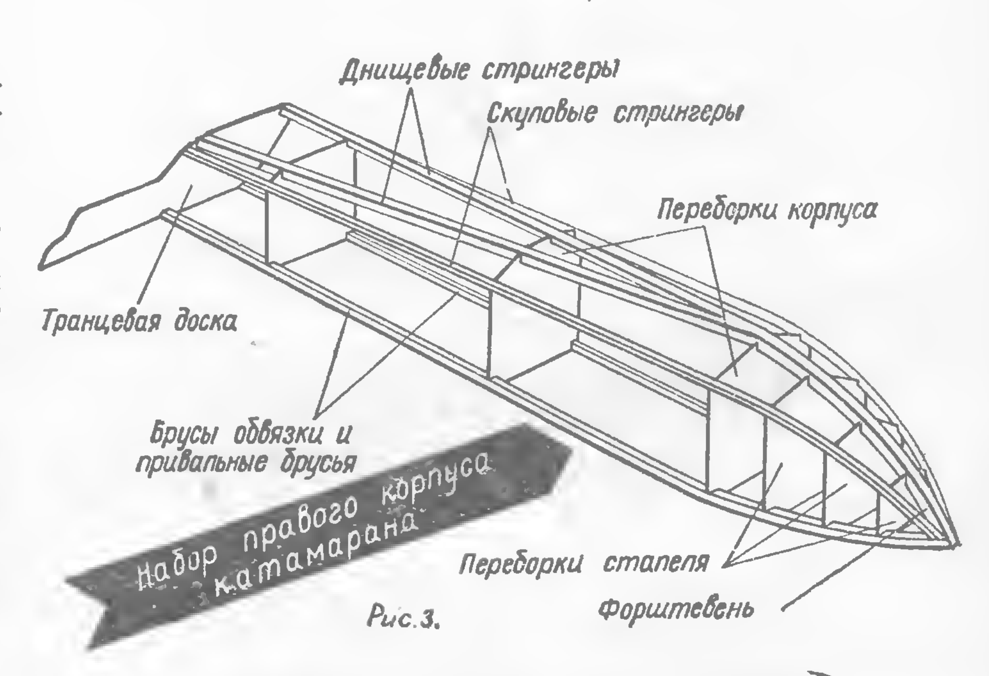


Рис.3.

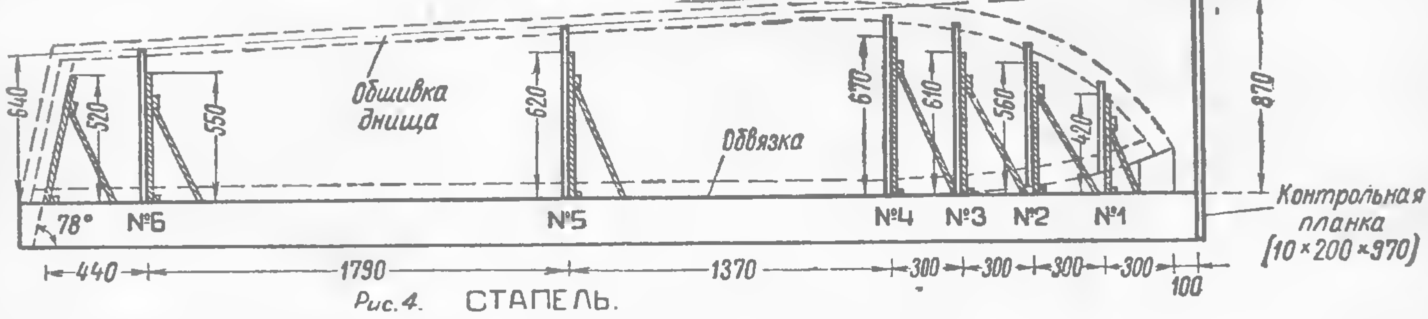


Рис.4. СТАПЕЛЬ.

Постройку катамарана удобнее всего начать с вырезания переборок и транцевой доски из фанеры (рис. 7). Для проверки правильности вырезания воспользуйтесь таблицей плазовых ординат (рис. 8) и теоретическим чертежом (рис. 9). Переборки на стойках № 1, 2 и 3, которые понадобятся вам только для поддержания набора во время постройки, вырежьте из обычной фанеры толщиной 6—10 *мм*, а переборки корпуса № 4, 5 и 6 — из авиационной фанеры толщиной 10 *мм*. Размеры, снятые с рисунка 7, нанесите в натуральную величину на фанеру карандашом. Переборок № 4, 5 и 6 выпилите два комплекта, так как они понадобятся вам для двух корпусов.

Транцевые доски в двух комплектах выпиливаются из фанеры толщиной 10 *мм:* один комплект — правая и левая транце-

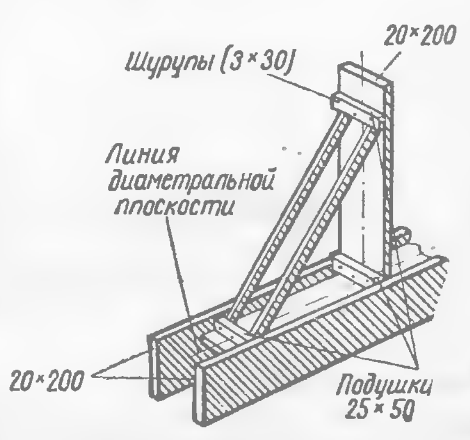
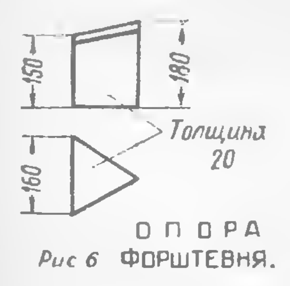


Рис.5. ОПОРНАЯ СТОЙКА СТАПЕЛЯ.



ОПОРА
Рис 6 ФОРШТЕВНЯ.

вые доски — выпиливается полностью, а второй комплект — каждая доска на 250 *мм* короче. Оба комплекта склеиваются. Короткие доски кладутся внутрь катамарана. После выпиливания переборок корпуса по их периметру с обеих сторон наклеиваются и прихватываются шурупами сосновые бруски, образующие шпангоуты. После выпиливания и прикрепления шпангоутов делаются вырезы для скуловых стрингеров (25×40 *мм*), днищевых стрингеров (40×40 *мм*), форштевня (50×90 *мм*) и обвязки (20×40 *мм*). Готовые переборки устанавливаются на стапель и слегка прихватываются гвоздями к стойкам. После этого проверяются точность установки и совпадение середины переборок с диаметральной плоскостью. После проверки переборки прихватывают к стойкам четырьмя шурупами.

После переборок можно устанавливать стрингеры (начиная с днища), которые от транца до переборки № 4 «прихватываются» гвоздями. Передние концы днищевых стрингеров состругиваются изнутри так, чтобы их общая ширина равнялась ширине выреза в переборке № 4 (50 *мм*). Затем стрингеры обрезают по передней кромке переборки и делают в них гнездо для установки замка форштевня.

Форштевень (рис. 10) склеивают из трех слоев: внутреннего (фанера толщиной 10 *мм*) и двух наружных (сосновые доски толщиной 20 *мм*). Обводы форштевня вырезаются по размерам, приведенным на рисунке. После склеивания и скрепления форштевня шурупами острой стамеской делают замки. Нижний замок вставляется в вырезы переборки № 4 и передних концов днищевых стрингеров. После подгонки замка форштевня стрингеры крепят на клею и шурупах

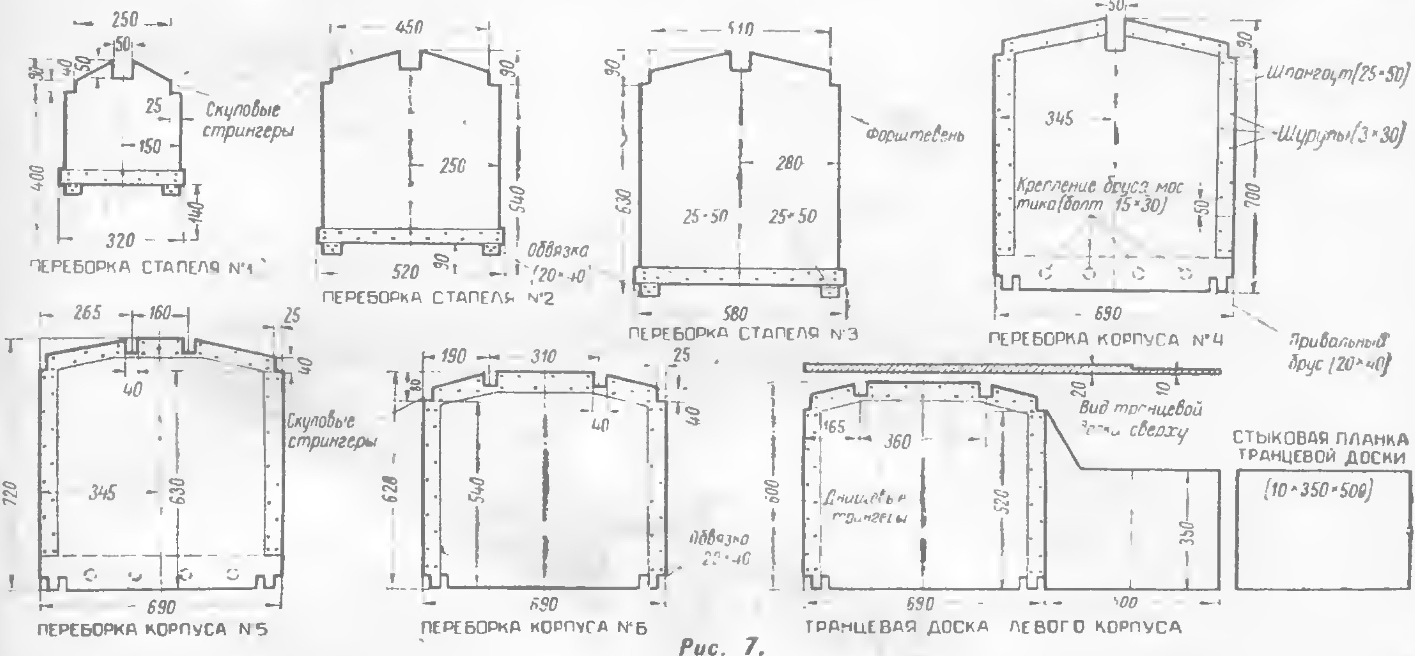


Рис. 7.

№ переборок	Полуширота			Высота от основной		
	скула	борт	до днищевого стрингера	скула	борт	киль
0	—	—	—	700	700	—
1	150	160	—	460	720	370
2	250	260	—	300	750	210
3	280	290	—	150	780	60
4	345	345	—	100	800	—
5	345	345	80	90	720	—
6	345	345	155	80	620	—
7	345	345	170	60	610	—
8	345	345	180	—	600	—

Рис. 8. Таблица плазовых ординат.

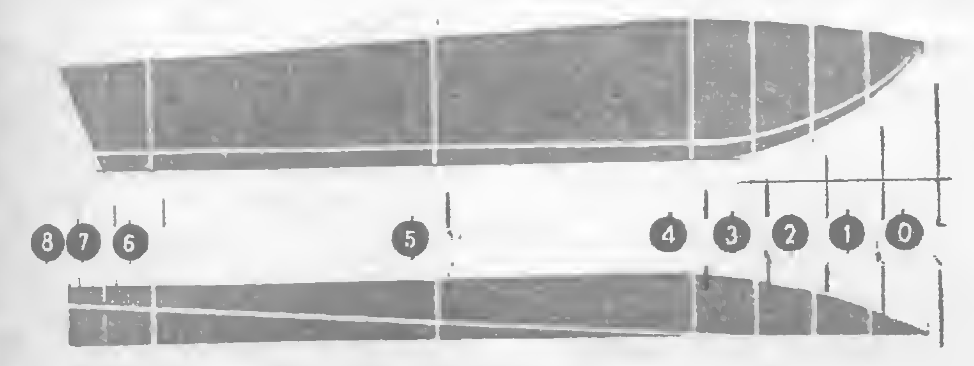
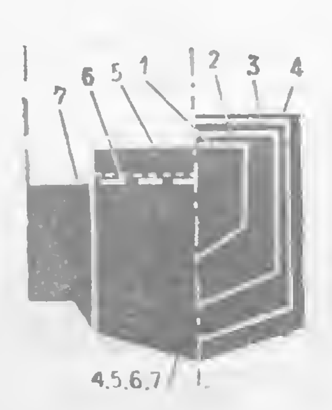


Рис. 9. Теоретический чертеж.



к транцевой доске и переборкам, а затем вклеивают форштевень и зажимают его шурупами с обеих сторон за переборкой № 4. Скуловые стрингеры прикрепляются гвоздями к транцу и переборкам; передние концы стрингеров обрезают по плоскости замка форштевня. Когда вы подгоните стрингеры, выньте гвозди из переборок корпуса № 4, 5 и 6, укрепите стрингеры на соответствующих местах на клею и шурупах к переборкам № 4, 5 и 6, к транцу и форштевню. Гвозди из переборок № 1, 2 и 3 вынимают только перед наклеиванием обшивки, чтобы носовая часть стрингеров приняла форму по обводам. После этого таким же способом подгоняются брусья обвязки. Гвозди из обвязки, прибитые к переборкам № 1, 2 и 3, вынимайте только перед обшивкой корпуса. К форштевню обвязка крепится над скуловыми стрингерами.

Набор готов, и можно приступать к малковке, то есть к срезанию выступающих, мешающих прилеганию обшивки частей форштевня, стрингеров и обвязки. После малковки проверьте переборки с № 4, прикладывая к бортам и днищу длинную линейку, а поверх переборок № 1, 2 и 3 — шаблоны (рис. 11).

После окончательного укрепления набора и малковки его приступают к обшивке корпуса фанерой толщиной 6 *мм*. Для разметки фанеру накладывают на набор (притягивая к набору струбцинами или шурупами) и проводят карандашом линии, по которым потом нарезают листы так, чтобы обрезанные кромки ложились на форштевень, стрингер и т. д. Для бортов каждого корпуса фанеру вырезают с таким расчетом, чтобы она была выше бруса обвязки на 10 *мм*, и оставляют некоторые припуски для лучшей подгонки швов на стрингерах, форштевне и транцевой доске. При этом особенно тщательно подгоняют стыки листов, которые располагают между переборками. Во всех случаях желательно, чтобы количество стыков было наименьшим и чтобы стыки не располагались на одной и той же шпации (промежутке между переборками), на днище и бортах. После окончательной подгонки всех листов из такой же фанеры делают стыковые планки шириной 100—120 *мм*; эти планки накладываются изнутри корпуса. Листы обшивки скрепляются между собой с помощью этих планок шурупами так, чтобы образовались цельные полотнища по всей длине корпуса. Полотнищами проверяют прилегание обшивки к набору, после чего их разбирают, окончательно склеивают и крепят шурупами.

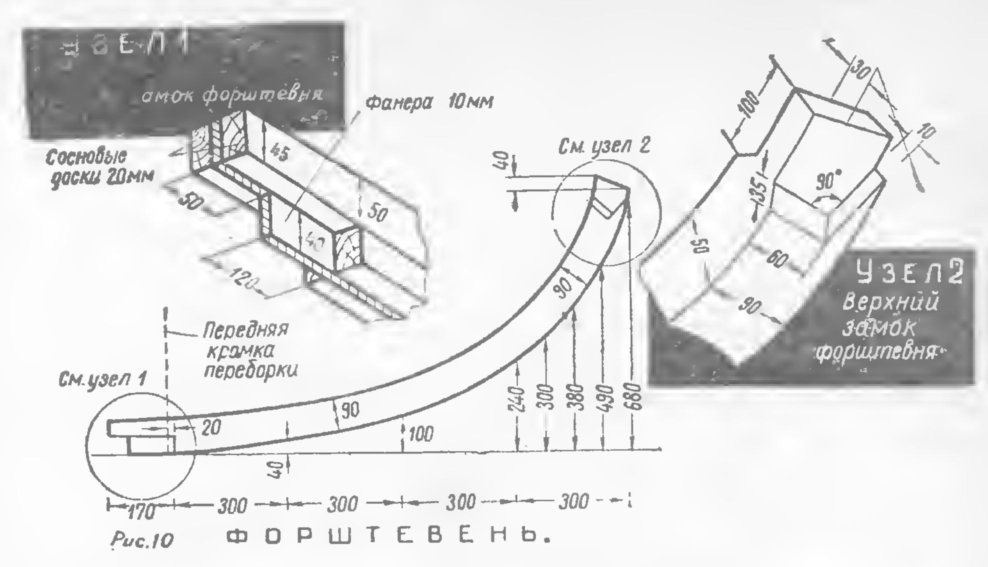


Рис.10 ФОРШТЕВЕНЬ.



Рис.11.

Первой устанавливают обшивку бортов, затем обрезают припуски у стрингеров фанеры так, чтобы поверхность среза была параллельна поверхности стрингера и составляла ее продолжение. Обшивка днища состоит из трех полотнищ: двух, идущих от форштевня до транцевой доски, и третьего, треугольного, идущего от переборки № 4 до транцевой доски. У транцевой доски полотнища обрезаются заподлицо с задней кромкой доски; внутреннее полотнище борта обрезается заподлицо с передней кромкой доски.

Закончив обшивку, корпус снимают со стапеля и устанавливают внутри него привальный брус, прикрепляемый к шпангоутам и обвязке на клею и шурупах. Между обвязкой и привальным брусом для крепления ставят по 2 бруска (30×40×100 *мм*) у переборок и по 2—3 — на шпацию (рис. 12). К переборкам и транцевой доске привальный брус крепится кницами (рис. 13) на клею и шурупах.

Точно так же строится и второй корпус.

После изготовления второго корпуса надо подобрать ровное место и поставить оба корпуса параллельно друг другу на расстоянии 1 *м* между внутренними бортами и соединить временными планками. После этого соединяют транцевые доски встык и изнутри накладывают стыковую планку из фанеры (10×350×500 *мм*), «прихватывают» шурупами и соединяют форштевни бимсом (рис. 14), сделанным из сосновой доски размерами 20×200×1 900 *мм*. Верхняя часть этой доски стесана к носу, а на-

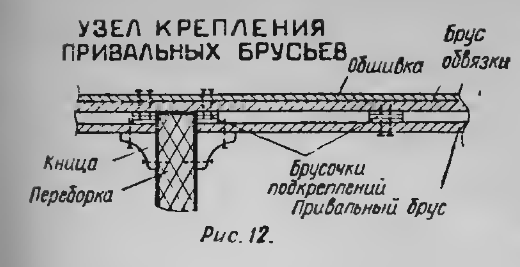


Рис. 12.



Рис.13. КНИЦА.

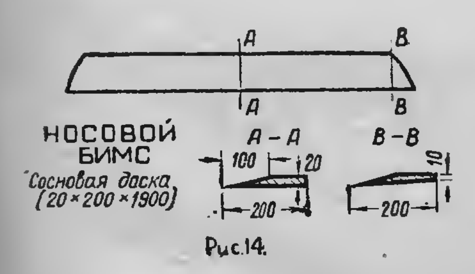


Рис.14.

нижней по концам сделаны вырезы для более плотного прилегания к форштевню и брускам обвязки. В средней части корпуса во внутренних бортах вплотную к переборкам № 4 и 5 делают вырезы шириной 65 *мм* и высотой 100 *мм* для установки брусов мостика (рис. 15), идущих от наружного борта одного корпуса до наружного борта другого. В наружных концах брусьев (65×100×2 400 *мм*) делают гнезда для привальных брусьев и брусьев обвязки (40×70 *мм*). Это позволит добиться того, чтобы наружные концы брусьев вплотную прилегали к обшивке борта. Против переборки № 6 в борту, обвязке и привальном брусе делается вырез размерами 10×200 *мм* для размещения кормового бимса, в котором, в свою очередь, делается снизу гнездо для обвязки и привального бруса, а сверху в торце — вырез размерами 60×70 *мм* для переборки (рис. 16). Все поперечные соединения временно «прихватывают» гвоздями или шурупами. Выровняв корпуса (рис. 17), прежде всего ставят на клей и «прихватывают» окончательно шурупами стыковую планку транцевых досок, затем кормовой и носовой бимсы склеивают и закрепляют шурупами, а брусья мостика крепят к переборкам болтами (по 4 болта 15×90 *мм* в каждой переборке).

Скрепив оба корпуса, приступают к настилке палубы из фанеры толщиной 10 *мм*, которая должна покрывать сверху весь катамаран, кроме кокпитов и ахтерпиков. Такая толщина палубы принимается вследствие того, что на волне в палубе возникают значительные напряжения.

Палубу размечают, накладывая листы фанеры сверху на корпуса и нанося карандашом линии разреза. После этого листы соединяют стыковыми планками, накладывают на корпуса и окончательно подгоняют на место. Фанеру крепят на клею и шурупах к привальному брусу и обвязке с шагом 100 *мм*. В районе кокпитов палуба должна выступать над кокпитом на 10 *мм*.

Когда все соединения корпусов окончательно просохнут, на наружный борт в районе кокпитов и до транцевой доски на клею и шурупах пришивается планширь из сосновой доски размерами 10×90×3 600 *мм*. В местах соединения планширя с палубой в нем снизу делается вырез размерами 5×10 *мм*. Такой же вырез делается сверху в палубе для более надежного соединения.

Теперь остается установить только рулевое управление и банки (сиденья). Банки делают в виде ящиков из обычной фанеры на обвязке из сосновых брусков размерами 20×40 *мм* (рис. 18). Спинку делают из такой же фанеры на раме из брусков. Верхнюю крышку «ящика» можно сделать на петлях, если места под банками хотят использовать для хранения вещей. На верхней крышке на расстоянии 100 *мм* от задней кромки параллельно ей привинчивают брусок размерами 40×50 *мм*, к которому крепят нижнюю кромку спинки, а в верхнюю — к переборке. Банки ставятся на паел, который настилают внутри кокпитов из фанеры. Паел делается из двух щитов. Если паела нет, то банки крепятся к стрингерам с помощью небольших брусочков, идущих от борта к борту. Банки ставят ближе к внутреннему борту, чтобы их спинки не мешали проводке штуртроса. При постройке катамарана можно применить водостойкую авиационную фанеру (ГОСТ 102—49), сосновые бруски и доски без сучков, дубовые доски и клей «ВИАМ Б-3». Для крепления используются гвозди и шурупы.

При склеивании деталей катамарана необходимо соблюдать определенный порядок: детали предварительно собирать на шурупах, подгонять их на место, а затем разбирать и тщательно очищать перед склеиванием. Клей «ВИАМ Б-3» наносится на склеиваемые поверхности, и они выдерживаются на воздухе в зависимости от температуры воздуха в течение 5—12 мин., после чего детали складываются, склеиваются и стягиваются шурупами в шахматном порядке с шагом около 50 *мм*. Кроме того, склеиваемые детали должны быть сжаты между собой грузом или струбцинами; под давлением они должны находиться в течение 10—15 час., а затем хорошо просохнуть «без давления» при температуре не ниже 16° в течение 50—60 час. Перед склеиванием обязательно проверьте параллельность соединяемых поверхностей.

Дальнейшее оборудование ка-

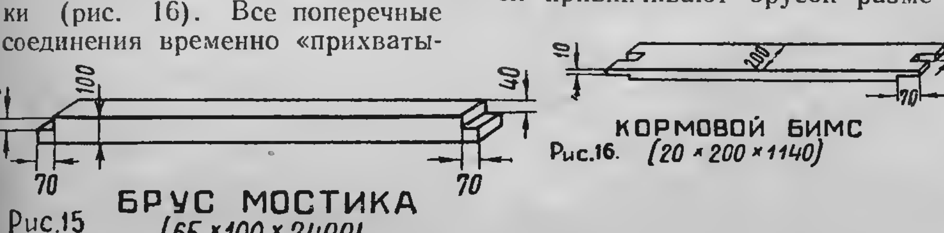


Рис.15 БРУС МОСТИКА (65×100×2400)

КОРМОВОЙ БИМС
Рис.16. (20×200×1140)

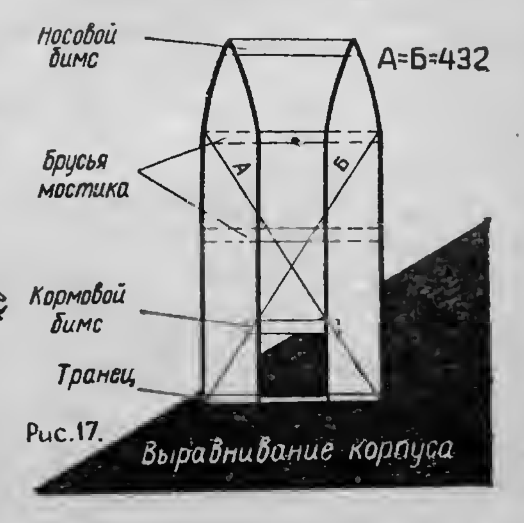


Рис.17. Выравнивание корпуса

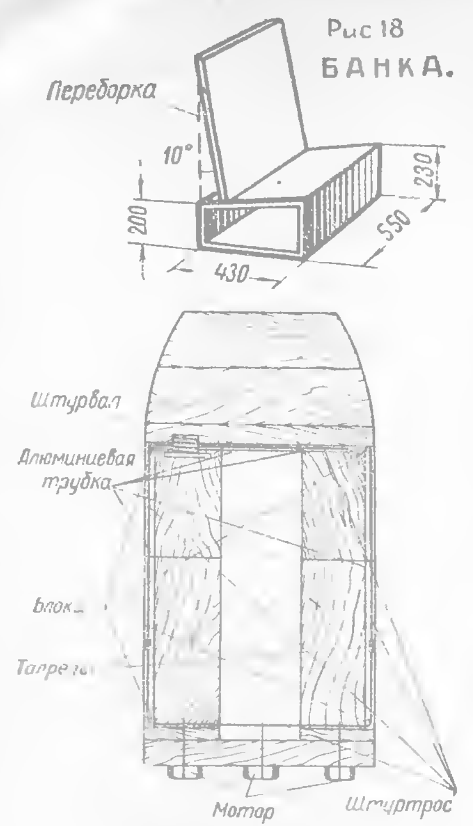


Рис. 20. Проводка штуртроса.

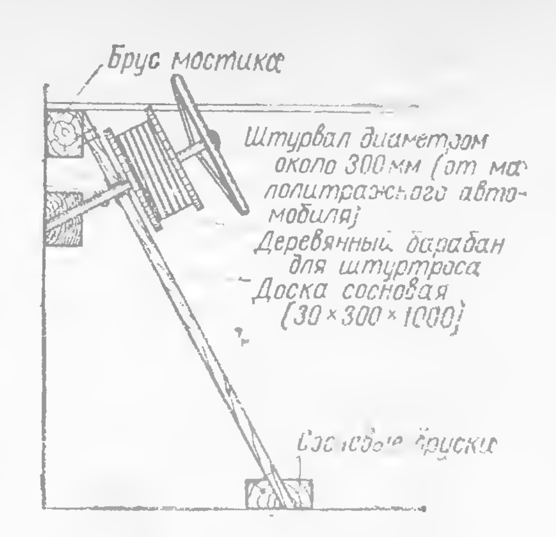


Рис. 19. Рулевое устройство.

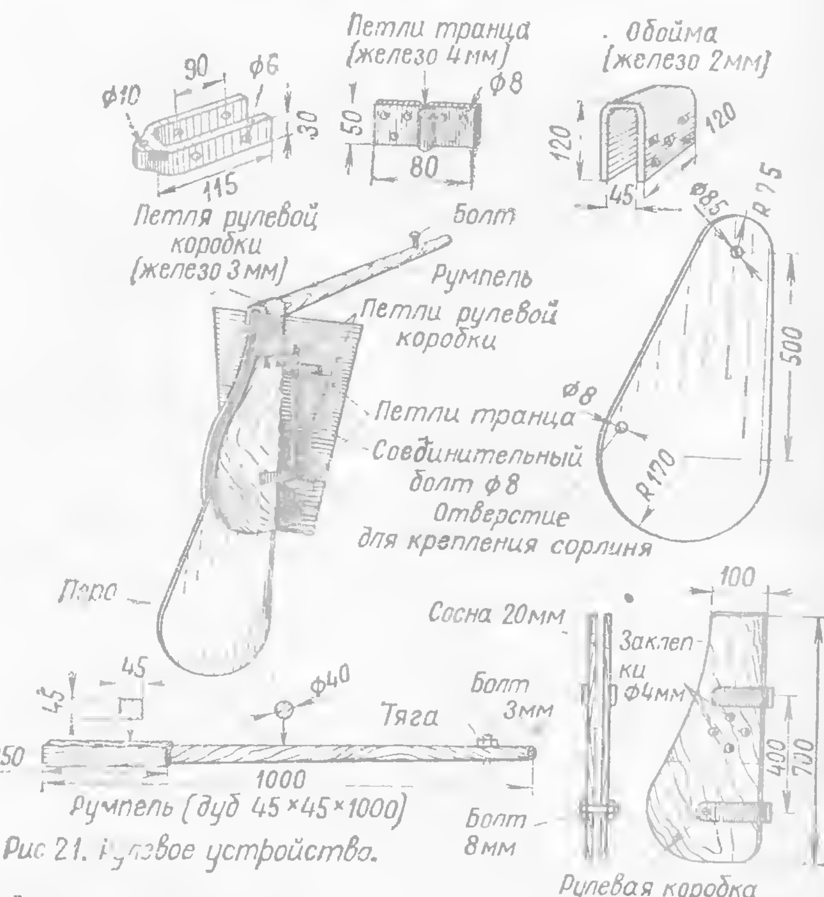
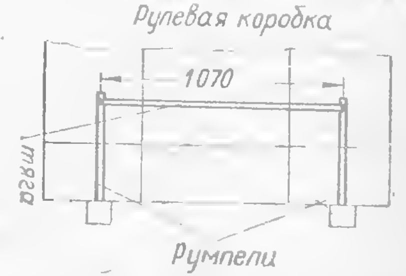


Рис 21. Рулевое устройство.



тамарана зависит от типа подвесного мотора. В зависимости от величины мотора в транце делаются вырезы, с тем чтобы ось гребного винта была расположена ниже днища на величину половины диаметра гребного винта плюс 30—50 *мм*. От количества моторов зависит число вырезов. При двух моторах вырезы делаются в транцах корпусов, а при одном — посередине транца катамарана. Одним мотором можно управлять с мостика, а при двух необходимо более сложное рулевое устройство.

В левом корпусе по его диаметральной плоскости устанавливают под углом к переборке сосновую доску (рис. 19), на расстоянии около 500 *мм* от переборки на диаметральной плоскости корпуса к стрингерам крепится нижний конец доски, а верхний ее конец — к брусу мостика. К этой доске крепится штурвал рулевого управления, для которого лучше всего взять легкое рулевое колесо малолитражного автомобиля диаметром около 300 *мм*. От величины колеса зависит, где просверлить отверстие для пропускания вала колеса, а также место установки дубового бруска для упора. Колесо устанавливают так, чтобы его край немного выступал над планширем. Для того чтобы вал не выскакивал из доски, позади нее ставят шайбу и, просверлив отверстие в валу, пропускают сквозь него небольшой болтик, на конце которого навинчивают гайку. Перед доской на валу штурвала крепят деревянный барабан для штуртроса — мягкого стального тросика диаметром около 3 *мм*. Диаметр барабана — 80 *мм*. Схема проводки штуртроса приведена на рисунке 20.

Трос от барабана идет в обе стороны. Вправо он проходит сквозь отверстия в обоих внутренних бортах корпусов, просверленных ниже привальных брусьев. В отверстия диаметром около

10 *мм* пропускают алюминневые трубки длиной немного больше толщины борта. Излишки трубки с обоих концов разрезают вдоль на четыре-шесть частей, отгибают и приколачивают к бортам мелкими гвоздиками. Такие же трубки ставят в отверстия в переборках № 5, а разрезанные пополам трубки — в желоба, вырезанные сверху на переборках № 6. В наружных углах у переборок № 4 под привальным брусом и к планширю за переборкой № 6 ставят блоки. Трос вправо от барабана проходит сквозь борта, пропускается через блок у переборки № 4, сквозь переборку № 5, поверх переборки № 6 и после блока крепится к мотору. Трос от барабана, идущий влево, проходит через блок у переборки № 4, сквозь переборку № 5, поверх переборки № 6 и после блока также крепится к мотору. Если вы применяете сразу два мотора, то между ними надо поставить тягу из тросика или металлического прута.

В оба тросика посередине кормовых отсеков вделываются талрепы (винтовые натяжки) для регулировки натяжения штуртроса.

После окончания столярных работ приступают к окраске катамарана. Перед окраской зачищают корпус и тщательно шпаклюют все швы нитрошпаклевкой. После высыхания шпаклевки ее зачищают стеклянной шкуркой. Корпус окрашивается нитрокрасками или масляными красками.

Перед окраской нитрокрасками корпус грунтуют нитрогрунтовкой «ДД-113» или бесцветным нитролаком.

Если у вас нет авиационной фанеры и пришлось воспользоваться обычной, то ее следует покрыть со всех сторон два-три раза горячей натуральной олифой. После этого корпус можно красить масляными красками.

После окраски катамарана ставят на места швартовые «утки»: по две в носу и в корме. Желательно оборудовать катамаран ходовыми огнями: трехцветным фонарем на носу и белым гакобортным — на корме. Устанавливается также звуковой сигнальный горн любой системы. В качестве источника тока для фонарей можно применить небольшие аккумуляторы, заряжаемые на берегу.

Катамаран, с которым вы познакомились, можно также использовать с парусным вооружением. Для этого надо установить рули и мачту с парусом (см. вкладку). Рули (рис. 21) навешиваются на транцах обоих корпусов и имеют румпель, рулевую коробку, перо руля, обойму, петли и соединительные болты. Рулевая коробка делается из двух сосновых досок (20×200×700 *мм*), между которыми помещается прокладка из фанеры толщиной 6 *мм*, не доходящая до низа досок на 200 *мм*. Перо руля (листовое железо толщиной 5 *мм*) имеет в нижней части задней кромки отверстие для сорлиня — тросика, которым перо руля поднимается и опускается. Румпели (дуб, 45×45×1 000 *мм*) соединяются между собой алюминиевой тягой для одновременного управления обоими рулями.

Мачта (ель, 80×5 000 *мм*, рис. 22) своим шпором квадратного сечения (55×55 *мм*) ставится в степс — гнездо в дубовой доске, прикрепляемой шурупами или болтами к палубе в диаметральной плоскости (посередине) катамарана над носовым брусом мостика. К бортам мачта крепится вантами из стального троса диаметром 4—6 *мм*, который петлей надевается на чиксы у топа мачты, а нижними концами крепится к талрепам (винтовым натяжкам). Талрепы крепятся к вантпутенсам (рис. 23). Точно так же укрепляется и штаг, только его талреп крепится к обуху, ввинченному в носовой бимс в диаметральной плоскости.

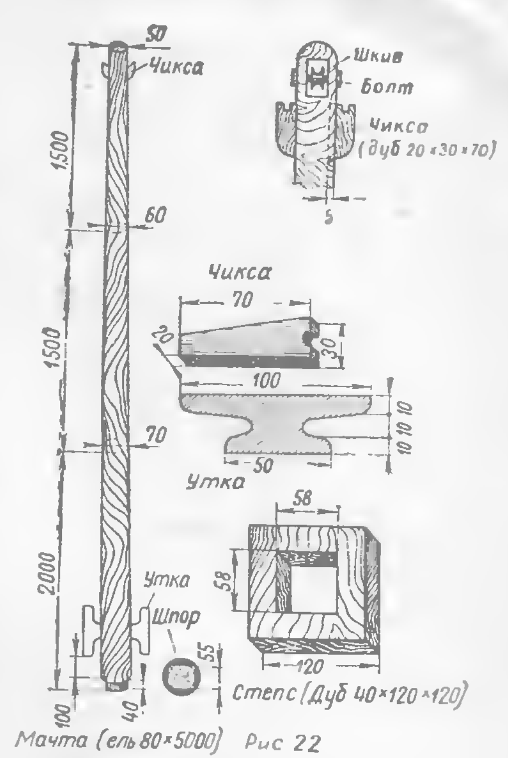


Рис 22

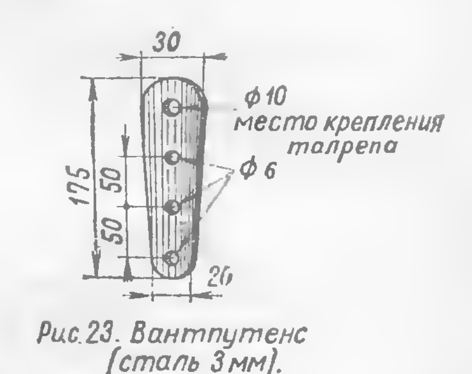


Рис. 23. Вантпутенс (сталь 3 мм).

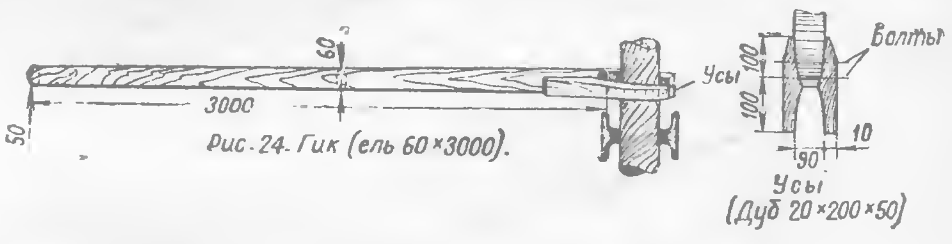


Рис. 24. Гик (ель 60×3000).

Гик (рис. 24) делается из ели (60×3 000 *мм*), а его «усы» — из дуба (20×50×200 *мм*). Гика-шкот проводится через три блока, два из которых крепят за обухи на палубе, ввинченные по диаметральной плоскости, а третий привязан к гику.

Парус надо выкроить по чертежу рисунка 25. Фал паруса привязывают к фаловому углу, пропускают через шкив в топе мач-

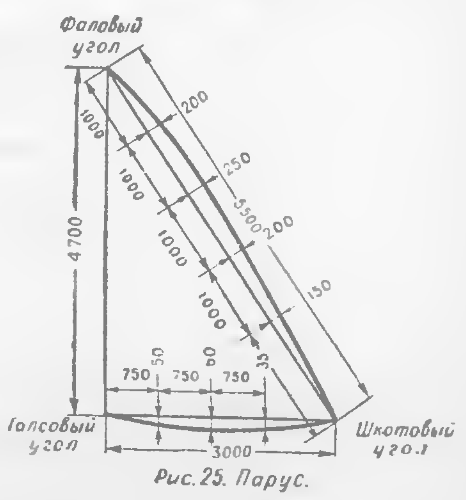


Рис. 25. Парус.

ты и, подняв парус, крепят за «утку» на мачте. Галс паруса (ввязанный в галсовый угол паруса) крепят ко второй «утке» на мачте, а шкот паруса — за нок (конец) гика.

Для постройки катамарана вам потребуются следующие материалы (размеры даны в миллиметрах):

1. Фанера березовая авиационная (ГОСТ 102—49):

а) толщиной 6 *мм* — 20 листов, размером 1 000×800 *мм* (борта, днище, паел);

б) толщиной 10 *мм* — 19 листов, размером 1 500×700 *мм* (форштевень, переборки, транец, палуба).

2. Фанера березовая или сосновая толщиной 6 *мм* — 10 листов, размером 1 000×800 *мм* (переборки, стапели, банки, шаблоны).

3. Доски и бруски сосновые, размерами (в *мм*):

20×40×5 000 — 8 шт. (обвязка, привальный брус),

20×40×1 100 — 22 шт. (обвязка банок и т. п.),

25×40×5 000 — 4 шт. (скуловые стрингеры),

40×40×4 000 — 4 шт. (днищевые стрингеры),

25×50×1 200 — 30 шт. (шпангоуты),

10×90×3 650 — 2 шт. (планширь),

20×400×1 500 — 4 шт. (форштевни),

30×300×1 000 — 1 шт. (опора штурвала),

20×200×4 900 — 4 шт. (стапель, стапельные стойки),

20×200×1 900 — 1 шт. (носовой бимс),

20×200×1 140 — 1 шт. (кормовой бимс),

65×100×2 400 — 2 шт. (брусья мостика).

4. Крепежный материал:

Болты стальные 15×90 — 16 шт.

Шурупы 4×60 — 160 шт.

» 3×30 — 600 шт.

» 3×18 — 1 600 шт.

» 2,5×9 — 500 шт.

Гвозди 2×50 — 2 кг.

5. Клей и краски:

Клей «ВИАМ Б-3» — 10 кг.

Нитрошпаклевка «АШ-30» — 3 кг.

Нитрогрунтовка «ДА-113» — 30 кг.

Нитроэмаль «ДМ» — 20 кг.

Н. ГРИГОРЬЕВ,
капитан дальнего плавания

Содержание

Редактор Ю. С. СТОЛЯРОВ

В подготовке сборника принимают участие на общественных началах

Е. И. Артемьев, А. А. Бескурников, В. К. Демьянов, И. К. Костенко, Б. П. Крамаров, Г. С. Малиновский, Е. П. Мариинский, О. А. Михайлов, Н. Г. Морозовский, Ю. А. Моралевич, Ю. М. Отряшенков, Д. Л. Сулержицкий.

Художники: Г. Малиновский. Ю. Долматовский. В. Резников, Е. Поздиев, Л. Вендров. Р. Буслаев, С. Кузьмин, М. Левичев, Г. Позин, М. Розенберг.

Художественный редактор *Л. Белов.* Оформление *Л. Белова.* Технический редактор *Л. Лясникова*

Адрес редакции: Москва, А-30, Сущевская ул., 21. Тел. Д 1-15 00, доб. 3-53.

Рукописи не возвращаются.

А02111. Подп. к печ. 8/V 1963 г. Бум. 60×90¹/₈. Печ. л. 8(8) + 2 вкл. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 98 000 экз. Заказ 407. Цена 36 коп.

Типография «Красное знамя» изд-ва «Молодая гвардия», Москва, А-30, Сущевская, 21.

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ СОЗДАНИЯ ВЕРТОЛЕТА





ОСУЩЕСТВЛЕННЫЕ ПРОЕКТЫ



СОВРЕМЕННЫЕ ВЕРТОЛЕТЫ

«Ка-18».

«Ми-1».

«Як-24».

«Ми-6».

ИЗ БИОГРАФИИ ВЕРТОЛЕТА



36 коп.

Постройка всех кораблей начинается с постройки маленьких моделей. На них изучаются не только конструкция, но и ходовые качества спроектированного судна. Модели обязательно испытывают на воде в испытательных бассейнах. Следовательно, занимаясь своим любимым делом — постройкой моделей, вы приобретаете очень ценную, очень нужную специальность.

Р. АЛЕКСЕЕВ,
доктор технических нвук,
конструктор